

Conocimiento y desarrollo: ensayos sobre ciencia y tecnología

Sagasti, Francisco

Postprint / Postprint

Sammelwerk / collection

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Sagasti, F. (1988). *Conocimiento y desarrollo: ensayos sobre ciencia y tecnología*. Lima: GRADE Group for the Analysis of Development. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-51802-4>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY-NC Lizenz (Namensnennung-Nicht-kommerziell) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.de>

Terms of use:

This document is made available under a CC BY-NC Licence (Attribution-NonCommercial). For more Information see:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>

**Conocimiento y desarrollo:
ensayos sobre ciencia y
tecnología**

**Francisco R. Sagasti
y colaboradores**

GRADE - MOSCA AZUL

**Primera Edición en
Lima, 1988**

© GRADE

**Mosca Azul Editores S.R.L.
Conquistadores 1130, San Isidro
Fono 41-5988**

ÍNDICE

Introducción

- I Las dos civilizaciones y el proceso de desarrollo
- II Reflexiones sobre medio ambiente, tecnología y desarrollo
- III Inteligencia técnico-económica para el desarrollo
- IV Ciencia y tecnología en América latina a principios del siglo XX
- V Un decenio de transición: ciencia y tecnología en América Latina durante los años setenta
- VI Hacia un fondo andino de desarrollo científico y tecnológico
- VII La cooperación internacional y el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el Perú
- VIII Veinte años de crisis y una situación desesperada ciencia y tecnología en el Perú de los ochenta
- IX Bibliografía del autor sobre ciencia, tecnología y desarrollo 1980-1987

INTRODUCCIÓN

El presente volumen reúne ocho ensayos sobre el tema de la ciencia y la tecnología en el desarrollo, escritos durante los últimos siete años. La idea ha sido recoger un conjunto representativo de los trabajos realizados en GRADE, buscando cubrir una amplia gama de temas dentro de esta compleja problemática.

Los ensayos pueden clasificarse en tres categorías: trabajos de carácter general sobre el papel de la ciencia y la tecnología en el desarrollo, trabajos referidos a América Latina en conjunto, y ensayos sobre el Perú. Además, se incluyen trabajos de carácter conceptual, de diagnóstico y de propuesta, a fin de mostrar la variedad de temas abordados en las investigaciones de GRADE.

El primer capítulo plantea un esquema conceptual para reinterpretar el papel de la ciencia en el proceso de desarrollo, y fue preparado en 1980 a pedido de la revista "Impacto" que edita la UNESCO. Las ideas que plantea se derivan de un primer trabajo realizado en 1976 para los "Cuadernos del CONUP", y serán incluidas en un libro que ofrece una reinterpretación de los conceptos de desarrollo y progreso, que se publicará en 1989. El segundo capítulo trata sobre las relaciones entre tecnología, desarrollo y medio ambiente, y se basa en una conferencia dictada en Bogotá en 1983 para celebrar los 10 años de la Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente. Ambos trabajos fueron escritos como parte de un proyecto de investigación financiado por la Agencia Sueca de Cooperación en Investigación (SAREC).

El tercer capítulo contiene un ensayo preparado en 1980 para una reunión sobre "Inteligencia para el Desarrollo" que tuvo lugar en

París bajo los auspicios del Centro de Desarrollo de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE). Ofrece una visión no convencional del contexto internacional de la información para el desarrollo, y ha sido reproducido varias veces en revistas internacionales.

El cuarto capítulo es uno de los dos ensayos sobre el tema de América Latina. Fue escrito en colaboración con Alejandra Pavez, y contó con el financiamiento interno de GRADE. Presenta una perspectiva sobre la situación de la ciencia y la tecnología en la región a principios de siglo, vista a través del estudio de las memorias de un congreso científico que tuvo lugar en Santiago de Chile en 1908. El quinto capítulo pasa de la historia al diagnóstico, y presenta un análisis de la situación de la ciencia y la tecnología en la región durante el decenio de 1970. Se basa en la última sección de un extenso trabajo preparado en colaboración con Fernando Chaparro, Carlos Paredes y Hernán Jaramillo, y que contó con el apoyo de la Oficina Regional para América Latina del Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID).

A partir de un diagnóstico de la situación financiera de la ciencia y la tecnología en el Pacto Andino, el sexto capítulo plantea una propuesta para el establecimiento de un Fondo Andino de Desarrollo Científico y Tecnológico. El texto se basa en una ponencia preparada para una reunión sobre ciencia y tecnología en el Grupo Andino, organizada por la Junta del Acuerdo de Cartagena en 1984.

Los dos últimos capítulos tratan el tema de ciencia y tecnología en el Perú. El capítulo 7 examina el papel de la cooperación internacional en el desarrollo de la ciencia y la tecnología, y fue realizado en colaboración con Antonio Gonzales Norris. Por último, el capítulo 8 presenta un examen de la evolución de algunos indicadores de capacidad científica y tecnológica durante los últimos 20 años, poniendo énfasis en la información disponible para el decenio de 1980. Fue preparado en base a un trabajo de diagnóstico global sobre ciencia y tecnología en América Latina realizado en colaboración con Cecilia Cook. Ambos trabajos contaron con el auspicio de la Oficina Regional para América Latina del CIID.

Con la excepción de los capítulos 2 y 3, publicados en las revistas *Debate* y *Apuntes* respectivamente, un criterio adicional para elegir los ensayos que conforman este volumen ha sido la preferencia por aquellos que no han sido publicados en el Perú o que han permanecido en el nivel de documentos de trabajo. La bibliografía al final del libro indica los trabajos que se han realizado en GRADE sobre el tema durante los últimos siete años, muchos de los cuales se publicaron en el exterior.

Quiero dejar constancia de mi agradecimiento a mis colegas de GRADE, quienes durante mucho tiempo han tolerado mis compulsivos hábitos de trabajo, y continuamente me han estimulado y calmado a la vez. En particular, quiero agradecer a Claudio Herzka y Helan Jaworski, quienes se embarcaron en la aventura de GRADE conmigo. Carlos Paredes, Gonzalo Garland, Hernán Garrido Lecca, Patricia de Arregui, Gregorio Arevalo, Cecilia Cook, Antonio Gonzales Norris, Rubén Berríos, Juanita Kuramoto, Giuliana Vera y Rossana Polastri han participado en alguna forma en discusiones y proyectos que han dado origen al presente volumen. A Patricia de Arregui debo un agradecimiento especial por su paciente y muy apreciada ayuda editorial.

El programa de trabajo de GRADE en el área de ciencia y tecnología no hubiera sido posible sin el apoyo desinteresado y generoso de muchos amigos en el ámbito internacional. Una donación de la Fundación Tinker permitió dedicar tiempo para revisar, actualizar y editar los trabajos que se incluyen en el presente volumen, por lo que estaremos reconocidos a Martha Muse, presidenta de esta institución y a Renate Rennie, oficial de programas. Asimismo, Geoffrey Oldham del CIID y de la Universidad de Sussex, Lars Anell y Lennart Bagc de SAREC y Fernando Chaparro de la Oficina Regional para América Latina del CIID financiaron las investigaciones cuyos resultados se incluyen en el presente volumen. Cabe añadir que durante los últimos siete años GRADE ha contado con el apoyo del Banco Mundial, de la OEA, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, el Programa Mundial de Empleo de la OIT, la Fundación Técnica y Científica de los Países Bajos, el Centro de Desarrollo de la OCDE, entre otras instituciones, para realizar estudios en el campo de la ciencia y la tecnología para el desarrollo.

Un comentario final. Pese a la importancia que han adquirido la ciencia y la tecnología para diseñar y poner en práctica cualquier estrategia de desarrollo, en el Perú todavía no se ha tomado conciencia de esta nueva situación, o no se ha hecho nada por demostrar que se ha tomado conciencia. Para la mayoría de los peruanos —y para los políticos y funcionarios gubernamentales en particular— la ciencia y la tecnología se ven aún como algo exótico, de largo plazo, y que no tiene que ver nada con "los urgentes problemas de las grandes mayorías". Los ensayos del presente volumen pueden considerarse como un esfuerzo por destacar esta "dimensión olvidada", cuya incorporación en las estrategias de desarrollo es condición necesaria para su puesta en práctica.

Francisco R. Sagasti
Lima, setiembre de 1987

Capítulo 1

LAS DOS CIVILIZACIONES Y EL PROCESO DE DESARROLLO

Hace más de veinte años, C. P. Snow escribió un ensayo titulado *Las dos culturas*,¹ en el que destacaba las diferencias existentes entre los hombres de ciencia y los de letras, lamentaba la falta de comunicación y comprensión entre ambos grupos, y abogaba por una nueva cultura más integrada, enriquecida en igual medida por las letras y las ciencias, y en la cual ambas pudieran desarrollarse a través de sus interacciones. Este ensayo causó una gran conmoción en los medios intelectuales y científicos y provocó una acalorada polémica que se prolongó durante varios años.

Por muy importantes que puedan haber sido las diferencias y la falta de comunicación entre las "dos culturas" observadas por Snow, han quedado eclipsadas ante las disparidades materiales e intelectuales mucho más profundas e inquietantes que separan a los países pobres y ricos. Efectivamente, Snow se refirió a estas notorias desigualdades² y las atribuyó en parte a la incapacidad de Occidente y de su cultura fragmentaria para captar su magnitud y entender la necesidad de proceder a profundas transformaciones estructurales de índole social, económica, política y cultural.

Gracias a diversos estudios e investigaciones efectuados durante los tres últimos decenios han podido comprenderse mejor los orígenes históricos, las manifestaciones actuales y la futura evolución de las diferencias existentes entre los países desarrollados y los países en desa-

1. C. P. Snow, *The two cultures: a second look*, Nueva York, MCTUOT ttooks, 1963.
2. Ibid., p. 44-52.

rrrollo, demostrándose que el desarrollo de la ciencia moderna y el surgimiento de técnicas basadas en descubrimientos científicos constituyen la raíz de esas desigualdades. Gran parte de dichos estudios son fruto de la labor de intelectuales y científicos del tercer mundo que han logrado tender un puente entre ambas culturas que —según Snow— han quedado considerablemente aisladas en los países industrializados de Occidente.

Los fenómenos sociales, económicos, políticos y culturales de lo que queda de este siglo estarán dominados por el abismo cada vez más profundo que separa a los países desarrollados y a los países en desarrollo, hasta tal punto que ya puede hablarse de "dos civilizaciones". La "primera civilización" se basa en el progreso de la ciencia como principal actividad generadora de conocimientos, en la rápida evolución de las tecnologías científicas, en su incorporación a los procesos productivos y sociales, y en el surgimiento de formas culturales y apreciativas en las que ejerce una profunda influencia la *Weltanschauung* de la ciencia moderna y de las tecnologías científicas. Son características de la "segunda civilización" la imposibilidad de originar conocimientos científicos en gran escala y una aceptación pasiva de los resultados científicos obtenidos en la primera civilización; un potencial tecnológico que es esencialmente tradicional y que no tiene más que un barniz de técnicas importadas; un sistema de producción cuyo sector más moderno depende de la expansión de la producción de los países occidentales industrializados y de la asimilación de técnicas importadas, mientras que su sector tradicional no hace sino vegetar y se basa a menudo en técnicas tradicionales y estancadas; y por último, la coexistencia de formas culturales desarticuladas e incluso contradictorias.

La primera civilización, que corresponde a los países "desarrollados" o "altamente industrializados", tiene un potencial científico y tecnológico endógeno mientras que en la segunda, que abarca lo que se ha dado en llamar "países subdesarrollados", "en desarrollo" o "del tercer mundo", este potencial es exógeno³. Si bien estos conceptos simplifican considerablemente la diversidad de situaciones del mundo real, la existencia de ambas civilizaciones es un fenómeno que no puede ignorarse.

Contrariamente a lo que sucedía con las dos culturas de Snow —que permanecían más o menos aisladas en el mundo occidental industrializado—, entre estas dos civilizaciones hay relaciones muy es-

3. Véase Francisco R. Sagasti, *Technology, planning and self-reliant development*, cap. 10, Nueva York, Praeger Publishers, 1979.

trechas, aunque unidireccionales: la segunda civilización depende de la primera y es profundamente afectada por ella, pero como contrapartida, no puede ejercer el mismo grado de influencia. Una de las formas más complejas y perniciosas de esta influencia unilateral es el hecho de que en los países en desarrollo de la segunda civilización existan élites que reproducen los modelos de pensamiento, los estilos de vida y los hábitos de consumo de la primera civilización, alienándose así de su propio entorno. Esta alienación los vuelve incapaces de iniciar una búsqueda creativa de otras formas culturales y otros estilos de desarrollo que podrían originar una "tercera civilización" en la cual los adelantos de la ciencia moderna, así como sus manifestaciones materiales e intelectuales, se integrarían armoniosamente en el patrimonio social, económico, político y cultural de los países en desarrollo de la segunda civilización.

La primera civilización: un potencial científico y técnico endógeno⁴

Ya sea como resultado de un proceso acumulativo interno (Europa occidental) o como un trasplante que luego echó sus propias raíces (Estados Unidos, Japón, Unión Soviética), en los países de la primera civilización la creación sistemática de conocimientos y la producción de bienes y servicios se vincularon orgánicamente a través de la invención de técnicas derivadas de los resultados de la actividad científica. Los nuevos conocimientos se transformaron en productos sin que fuera necesaria una asistencia exterior importante, salvo cuando se trataba —como es de rigor en la materia— de comparar los resultados de la investigación científica. El surgimiento de un potencial científico y tecnológico en Occidente puede entenderse examinando la evolución de las ideas que llevaron a la ciencia, en las sucesivas transformaciones de las técnicas productivas y en la fusión de ambas corrientes.

Para tener un panorama breve del desarrollo del pensamiento occidental, debemos retroceder hasta la época helénica. Empezando por los filósofos presocráticos que fueron los primeros en elaborar abstracciones sobre el mundo circundante, pasando por Platón y su teoría de las "Ideas" y siguiendo con Aristóteles, que formalizó la lógica y la noción de método, fue en Grecia donde se desarrollaron por primera vez

4. Tanto esta sección como las siguientes se basan en F. Sagasti, *op. cit.*, cap. 10.

las facultades de abstracción y razonamiento. Si bien durante la época romana y durante la Edad Media fueron pocos los elementos nuevos que se incorporaron al edificio conceptual de los griegos, la idea de que en la naturaleza se manifiesta una regularidad inteligible se relacionó con la creencia en un orden divino que regía el mundo. La influencia que la cultura islámica ejerció en Europa hacia fines de la Edad Media también contribuyó a que se crearan sistemas para manipular conceptos y símbolos (como por ejemplo el álgebra) y a que volvieran a examinarse los fenómenos naturales (como lo demuestran las actividades de los alquimistas).⁵

El Renacimiento dignificó el trabajo manual y la observación minuciosa que permitirían apreciarla distinción entre los conceptos abstractos y los fenómenos físicos, preparando así el terreno para la ciencia moderna. Los filósofos comenzaron a interesarse por las máquinas; las observaciones astronómicas sistemáticas ayudaron a la navegación; y la rehabilitación del trabajo manual, subestimado durante la Edad Media, alcanzó su punto culminante con la obra de grandes artistas como Da Vinci. Gracias a los trabajos de Copérnico y Galileo sobre la esfera celeste, la razón llegó a triunfar sobre el dogma, constituyendo además un jalón en el paso de la religión a la ciencia como forma de explicar los fenómenos naturales. Por último, la obra de Newton* que introdujo la idea de que el universo es previsible y obedece a ciertas leyes que pueden conocerse y comprobarse, cambió radicalmente la concepción que el hombre tenía del mundo y confirmó la aserción de Bacon: el hombre puede dominar y controlar la naturaleza a través del conocimiento.

Refiriéndose a las técnicas empleadas en las actividades de producción, puede decirse que durante la Edad Media y el Renacimiento tuvo lugar una evolución acumulativa de los oficios artesanales que poco a poco se fueron transformando en actividades manufactureras y, más adelante, durante el siglo XVII, en verdaderas actividades industriales. El hecho clave que señala el comienzo de esta transición fue que empezaron a usarse máquinas para fabricar otras máquinas, es decir, lo que Marx designa como "el surgimiento de la gran industria". Esto coincidió con el paso progresivo e inexorable de una era politécnica caracterizada por un arsenal tecnológico diversificado, por lo general en armonía con el medio ambiente —pese a que hubo excepciones, como la

5. Sobre estos problemas véase, entre otros, C. Singer? *From Magic to Science*, Nueva York, Dover, 1958; y Jean Vimeux, *La Cultura Hispanoárabe en Oriente y Occidente*, Barcelona, Ariel, 1978.

6. K. Marx, *Capital*, vol. 1, cap. 15, Middlesex, Penguin Books, 1976.

trechas, aunque unidireccionales: la segunda civilización depende de la primera y es profundamente afectada por ella, pero como contrapartida, no puede ejercer el mismo grado de influencia. Una de las formas más complejas y perniciosas de esta influencia unilateral es el hecho de que en los países en desarrollo de la segunda civilización existan élites que reproducen los modelos de pensamiento, los estilos de vida y los hábitos de consumo de la primera civilización, alienándose así de su propio entorno. Esta alienación los vuelve incapaces de iniciar una búsqueda creativa de otras formas culturales y otros estilos de desarrollo que podrían originar una "tercera civilización" en la cual los adelantos de la ciencia moderna, así como sus manifestaciones materiales e intelectuales, se integrarían armoniosamente en el patrimonio social, económico, político y cultural de los países en desarrollo de la segunda civilización.

La primera civilización: un potencial científico y técnico endógeno⁴

Ya sea como resultado de un proceso acumulativo interno (Europa occidental) o como un trasplante que luego echó sus propias raíces (Estados Unidos, Japón, Unión Soviética), en los países de la primera civilización la creación sistemática de conocimientos y la producción de bienes y servicios se vincularon orgánicamente a través de la invención de técnicas derivadas de los resultados de la actividad científica. Los nuevos conocimientos se transformaron en productos sin que fuera necesaria una asistencia exterior importante, salvo cuando se trataba —como es de rigor en la materia— de comparar los resultados de la investigación científica. El surgimiento de un potencial científico y tecnológico en Occidente puede entenderse examinando la evolución de las ideas que llevaron a la ciencia, en las sucesivas transformaciones de las técnicas productivas y en la fusión de ambas corrientes.

Para tener un panorama breve del desarrollo del pensamiento occidental, debemos retroceder hasta la época helénica. Empezando por los filósofos presocráticos que fueron los primeros en elaborar abstracciones sobre el mundo circundante, pasando por Platón y su teoría de las "Ideas" y siguiendo con Aristóteles, que formalizó la lógica y la noción de método, fue en Grecia donde se desarrollaron por primera vez

4. Tanto esta sección como las siguientes se basan en F. Sagasti, *op. cit.*, cap. 10.

las facultades de abstracción y razonamiento. Si bien durante la época romana y durante la Edad Media fueron pocos los elementos nuevos que se incorporaron al edificio conceptual de los griegos, la idea de que en la naturaleza se manifiesta una regularidad inteligible se relacionó con la creencia en un orden divino que regía el mundo. La influencia que la cultura islámica ejerció en Europa hacia fines de la Edad Media también contribuyó a que se crearan sistemas para manipular conceptos y símbolos (como por ejemplo el álgebra) y a que volvieran a examinarse los fenómenos naturales (como lo demuestran las actividades de los alquimistas).⁵

El Renacimiento dignificó el trabajo manual y la observación minuciosa que permitirían apreciar la distinción entre los conceptos abstractos y los fenómenos físicos, preparando así el terreno para la ciencia moderna. Los filósofos comenzaron a interesarse por las máquinas; las observaciones astronómicas sistemáticas ayudaron a la navegación; y la rehabilitación del trabajo manual, subestimado durante la Edad Media, alcanzó su punto culminante con la obra de grandes artistas como Da Vinci. Gracias a los trabajos de Copérnico y Galileo sobre la esfera celeste, la razón llegó a triunfar sobre el dogma, constituyendo además un jalón en el paso de la religión a la ciencia como forma de explicar los fenómenos naturales. Por último, la obra de Newton, que introdujo la idea de que el universo es previsible y obedece a ciertas leyes que pueden conocerse y comprobarse, cambió radicalmente la concepción que el hombre tenía del mundo y confirmó la aserción de Bacon: el hombre puede dominar y controlar la naturaleza a través del conocimiento.

Refiriéndose a las técnicas empleadas en las actividades de producción, puede decirse que durante la Edad Media y el Renacimiento tuvo lugar una evolución acumulativa de los oficios artesanales que poco a poco se fueron transformando en actividades manufactureras y, más adelante, durante el siglo XVII, en verdaderas actividades industriales. El hecho clave que señala el comienzo de esta transición fue que empezaron a usarse máquinas para fabricar otras máquinas, es decir, lo que Marx designa como "el surgimiento de la gran industria". Esto coincidió con el paso progresivo e inexorable de una era politécnica caracterizada por un arsenal tecnológico diversificado, por lo general en armonía con el medio ambiente — pese a que hubo excepciones, como la

5. Sobre estos problemas véase, entre otros, C. Singer, *From Magic to Science*, Nueva York, Dover, 1958; y Jean Vernct, *La Cultura Hispanoárabe en Oriente y Occidente*, Barcelona, Ariel, 1978.

6. K. Marx, *Capital*, vol. 1, cap. 15, Middlesex, Penguin Books, 1976.

contaminación ambiental que se produjo en Londres debido a la utilización del carbón durante los siglos XIII y XIV— a una era monotécnica, en la cual esa diversidad se reduce y en cada sector de la actividad predominan unas pocas técnicas específicas de producción⁷.

La fusión de ambos movimientos —es decir, la evolución del pensamiento y la evolución de la tecnología— constituyeron lo que ha dado en llamarse la evolución científica y técnica. Fue un proceso complejo, lleno de sinuosidades y de callejones sin salida, en el cual la ciencia y las técnicas de producción estuvieron muy relacionadas y se condicionaron recíprocamente, sobre todo en Europa occidental. Este proceso duró aproximadamente doscientos años: comenzó a mediados del siglo XVII y suscitó grandes polémicas sobre los aportes de cada una de las comentes.⁸ En términos generales, se observa que durante la primera etapa los artesanos e industriales contribuyeron más al progreso de la ciencia (y especialmente en sus aspectos experimentales por medio de la fabricación de instrumentos), que los científicos a las actividades productivas de los artesanos e industriales. Sin embargo, hacia fines del período mencionado, los progresos de la mecánica, la química, la óptica, la termodinámica y otros campos del conocimiento contribuyeron otro tanto o quizás más aún al desarrollo de las técnicas de producción que éstas últimas al avance de la ciencia.

El punto que señala el comienzo del predominio de las tecnologías científicas sobre las técnicas que evolucionaban de forma gradual y autónoma fue el surgimiento de las primeras actividades productivas basadas en los resultados de la ciencia, es decir, las industrias química y eléctrica. Desde entonces, los aportes que la ciencia hace a la producción han ido aumentando a un ritmo acelerado.

La unión entre la ciencia y la producción se operó en el momento en que se abandonaban las técnicas menos eficaces, según los criterios economicistas predominantes de la época. El proceso de reducción de la diversidad de los procedimientos tecnológicos que comenzó hacia fines de la Edad Media se aceleró de pronto, hasta tal punto que en muchos casos interrumpió totalmente la evolución acumulativa de las técnicas tradicionales y condujo a lo que Mumford llamó "la pérdida del patrimonio politécnico".

7. L. Mumford, *The myth of the machine*, cap. 6, Nueva York, Harcourt Brace, 1972.

8. Consúltense, entre otros, A. E. Musson (compilador), *Science, Technology and Economic growth in the 18th century*, Cambridge, Cambridge University Press, 1972; D. Landes, *The unbound Prometheus*, Cambridge, Cambridge University Press, 1969; y J.D. Bernal, *Science in History*, Cambridge (Mass.), MIT Press, 1971.

Es bien sabido cómo evolucionaron desde entonces las interacciones entre la ciencia, la tecnología y la producción en los países de la primera civilización que cuentan con un potencial científico y tecnológico endógeno. El rápido ritmo de los progresos tecnológicos de los últimos cien años está ampliamente documentado. Sólo señalaremos algunos hitos tales como la sustitución del investigador personal por los laboratorios organizados, que comenzó alrededor de 1890 y que actualmente está muy generalizada; el comienzo de la utilización de técnicas bélicas basadas en descubrimientos científicos durante la primera guerra mundial; la difusión de conocimientos y criterios tecnológicos surgidos del perfeccionamiento del motor de combustión interna y la fabricación de automóviles en serie. El periodo entre las dos guerras mundiales fue testigo de los grandes adelantos de la física (que condujeron a la invención de la bomba atómica) y de la química, gracias a los cuales se generalizó la producción de nuevos materiales sintéticos. Por último, los años de la segunda guerra mundial y la postguerra pueden presentarse como la era de la explosión científica, en la cual los progresos de la electrónica, la biología, la química, la cibernética y muchos otros campos transformaron a la ciencia en la clave de los cambios y perfeccionamientos de las técnicas de producción. En los países que cuentan con un potencial científico y tecnológico endógeno, este proceso se asoció a un aumento de los recursos destinados a la ciencia y a una expansión de las actividades científicas y tecnológicas, hasta tal punto que según Machlup, en 1960 más de un tercio de la población activa de los Estados Unidos estaba asociada de una u otra manera a la "industria de los conocimientos" (investigación, docencia, información, etc.)⁹.

Si volvemos a mirar hacia atrás, en los países de la primera civilización, los últimos cuatro siglos han asistido al nacimiento de la producción de conocimientos de manera organizada y acumulativa y han presenciado la evolución de la ciencia practicada individualmente a una ciencia colectiva, que es hoy día la larca de una verdadera comunidad de científicos. Esta colectividad quedó legitimada no sólo por sus explicaciones cada vez más coherentes de los fenómenos naturales y, en menor grado, de los hechos sociales, sino principalmente porque demostró su utilidad para el desarrollo de las técnicas de producción, utilidad que ya había previsto Bacon a comienzos del siglo XVII cuando afirmaba que el saber es, en sí, fuente de poder.

9. F. Machlup, *The production and distribution of knowledge in the United States*, Princeton, Princeton University Press, 1962.

Quizás la característica más importante de la revolución científica y tecnológica, una innovación que para Kuznets hizo época¹⁰, fue el descubrimiento y el perfeccionamiento de la metodología de la invención que, a partir de la base que sentaron inicialmente los griegos, permitió superar las limitaciones que imponían los materiales y procedimientos resultantes del proceso lento y gradual de la evolución tecnológica. Una vez saltada esta barrera se abrieron enormes posibilidades, y si algo las restringe es fundamentalmente el ritmo al que progresan los conocimientos y las limitaciones del intelecto humano.

Sin embargo, hay que rechazar la ilusión de que se trató de una empresa consciente, ordenada y planificada. Esta característica primordial de la primera civilización surgió espontáneamente, abarcó multitud de campos, dio lugar a innecesarias repeticiones de tareas y a numerosos titubeos iniciales, y puso de manifiesto una serie de contradicciones. A pesar de ello, el propio carácter de la ciencia que se va corrigiendo a sí misma permitió que durante este proceso se produjesen cambios, siempre dentro del marco de las grandes orientaciones determinadas por la conjunción de los intereses de los científicos y los de los Estados e instituciones que financian las actividades científicas.

La segunda civilización: un potencial científico y técnico exógeno

Al contrario de lo que ocurrió con los países europeos occidentales y otros como los Estados Unidos de América y el Japón, la mayoría de los países subdesarrollados de la segunda civilización no crearon técnicas de producción a partir de actividades científicas propias. Efectivamente, no hubo ninguna conexión entre las actividades destinadas a generar conocimientos y la evolución de las técnicas de producción, debido a lo cual estos dos sectores permanecieron aislados entre sí.

La difusión de la ciencia occidental hacia los países que tienen un potencial científico y tecnológico exógeno constituyó un proceso irregular, que entrañaba la aceptación parcial de los resultados, sin conocer cabalmente los procesos acumulativos que los habían producido. Aún más que los países de la primera civilización, en éstos la práctica de la ciencia fue una actividad limitada a las élites y a pioneros aislados,

10. S. Kuznets, *Population, Capital and Growth*, p. 165-185, Nueva York, W.W. Norton, 1971.

sin lazos orgánicos con su medio social, por lo menos en lo que se refiere a su actividad científica. Por sus propias características, sus iniciativas estaban fuera de lugar para la época, puesto que los límites del saber retrocedían en otras partes del mundo y las informaciones sobre los avances y las conclusiones se recibían con inevitables retrasos.

Por lo tanto, la búsqueda del saber científico se desarrolló en los países de la segunda civilización tan sólo en los primeros decenios del siglo XX, e incluso en ese momento tuvo un carácter fragmentario e imitativo, divorciado del campo de la producción. En algunos casos, como por ejemplo en la India, en el siglo XIX el poder colonial excluyó deliberadamente a los posibles científicos nacionales de la investigación que emprenden los colonizadores, retrasando así el desarrollo de las posibilidades científicas y tecnológicas autóctonas¹¹. La ciencia se orientó principalmente hacia los centros mundiales en que se generaba el saber: la preocupación por los problemas locales surgió en la medida en que era necesario conocer mejor el medio ambiente y explotar sus recursos, o en la medida en que la curiosidad y la posibilidad de contribuir al progreso del conocimiento mundial incitaban a los científicos a centrar sus esfuerzos en los problemas específicos de orden local.

El carácter de las actividades productivas estuvo condicionado, en primer lugar, por los intereses de las potencias coloniales y más adelante, una vez que algunas regiones se independizaron—especialmente, América Latina—, por el modo en que sus economías se incorporaron a la división internacional del trabajo que coincidió con la expansión del sistema de producción capitalista. Debido a ello, en estos países las actividades productivas se orientaron fundamentalmente hacia la extracción de recursos naturales que interesaban a los colonizadores o a los capitalistas extranjeros así como a la producción de la plusvalía que se transferiría al exterior.

La mayoría de las técnicas empleadas en las actividades productivas eran importadas, lo cual significaba que la base tecnológica asociada a ellas era ajena al medio local. Una vez que las actividades de extracción y de fabricación comenzaron a adquirir una mayor importancia relativa para la economía local, se amplió la base tecnológica correspondiente gracias a nuevas importaciones de tecnología. El resultado fue que los países de la segunda civilización adquirieron una capa superficial de conocimientos técnicos modernos, desconectados de

11. Véase S.N. Sen. "The introduction of western science in India during the 18th and 19th centuries", en S. Sinha (*compilado*) *Science, Technology and Culture*, Nueva Delhi, India International Centre, 1970.

su realidad física y social, y cuyo mantenimiento y renovación dependían del exterior.

Pasando ahora a las técnicas tradicionales, es posible afirmar que tras un lapso relativamente corto situado a comienzos de la época colonial, durante el cual los colonizadores aprendieron a vivir en un medio ambiente que les era extraño, la tradición técnica autóctona y no occidental que se había desarrollado lenta y sucesivamente durante mucho tiempo (siguiendo un proceso similar al que tuvo lugar en Europa durante la Edad Media) fue eliminada o dejada de lado, fundamentalmente porque no servía directamente a los intereses de los colonizadores y, más adelante, a los de los capitalistas. Esta supresión fue particularmente drástica en las regiones que habían logrado progresos considerables independientemente de Occidente (como, por ejemplo, la civilización andina), y sus consecuencias sociales fueron desastrosas¹². Sin embargo, algunas de esas actividades tradicionales sobrevivieron en la periferie de la vida económica, hasta tal punto que en cierta medida proporcionaron los medios de subsistencia para quienes participaban en las actividades productivas que se estaban implantando.

La desaparición y la sustitución de las actividades productivas tradicionales hizo que se redujera la diversidad de las técnicas autóctonas que se habían inventado a lo largo de los años, y que muchas de ellas se perdieran definitivamente. Como en estas regiones no se produjo el contrapunto europeo entre las técnicas tradicionales y las relacionadas con el conocimiento científico, porque las nuevas técnicas se implantaron cuando ya estaban sumamente perfeccionadas, la desaparición de las técnicas tradicionales fue más radical que en Europa. El paso de lo que Mumford llama "la era politécnica" a la "era monotécnica" fue particularmente violento en los países de la segunda civilización que tienen una base científica y tecnológica exógena.

Entre estos tres componentes —es decir, las actividades que generan conocimientos científicos, las estructuras tecnológicas que van asociadas a las actividades productivas implantadas y, por último, el potencial tecnológico tradicional o autóctono—no hubo prácticamente interacciones en los países con una base científica y tecnológica exógena. Su evolución —o involución, en el caso de las estructuras tecnológicas tradicionales— se produjo aisladamente, sin que se produjera la fusión entre la ciencia y la producción que caracterizó a los países de

12. Como, por ejemplo, el descenso de la población de América latina que siguió a la conquista española. Véase R. Konetzke, *América Latina: la época colonial*, p. 93-98, México, Siglo XXI, 1972.

la primera civilización provistos de una base científica y tecnológica endógena. Más aún: la eliminación de las técnicas tradicionales fue más traumática en los países de la segunda civilización que en los de la primera.

Las perspectivas de una tercera civilización

Las disparidades de índole social, económica e intelectual que existen entre los países de la primera y de la segunda civilización —producto de los procesos históricos que hemos resumido— son demasiado importantes y patentes para que se sigan prolongando durante mucho tiempo sin que se produzcan grandes rupturas en la escena internacional. Cuando comprobamos que las técnicas científicas modernas constituyen la clave de las ventajas de que gozan los países de la primera civilización, lo primero que se nos ocurre es iniciar un proceso global de transferencia de tecnología desde los países industrializados hacia los países en desarrollo.

Sin embargo, si bien se reconoce que la ciencia y la tecnología modernas constituyen elementos esenciales en toda estrategia de desarrollo, por lo menos para lo que queda de este siglo, un proceso masivo e indiscriminado de transferencia de tecnología sólo llevaría a desplazar parcialmente los frutos materiales e intelectuales del potencial científico y técnico endógeno que caracteriza a la primera civilización, pero no conduciría de por sí a desplegar la capacidad de desarrollo endógeno de la ciencia y la tecnología en el tercer mundo. Además, la impresionante acumulación de conocimientos científicos y tecnológicos modernos así como sus métodos de investigación y las preocupaciones a las cuales responde la ciencia moderna son producto de cuatro siglos de interacción entre la ciencia y la producción en los países de la primera civilización. Por lo tanto, sería necesario examinar, seleccionar y adaptar estas conclusiones, métodos y respuestas con objeto de emplearlos como uno de los puntos de partida para un proceso gradual de apropiación endógena de la revolución científica y tecnológica en los países en desarrollo (otro paso inicial debería ser la recuperación selectiva y la rehabilitación de sus técnicas tradicionales y de su patrimonio cultural).

Dadas las disparidades materiales e intelectuales existentes entre la primera y la segunda civilización, el carácter esencial de la ciencia y la tecnología modernas para toda estrategia de desarrollo y, por último, la necesidad de conservar la identidad cultural y el patrimonio del mundo en desarrollo, es imperioso emprender una búsqueda creativa de

una "tercera civilización" en la cual podrían seguirse nuevas pautas de desarrollo, integrándose armoniosamente la ciencia moderna y el patrimonio cultural de los países del tercer mundo¹³. Es ésta una tarea ardua y prolongada que exigirá no sólo que la comunidad mundial emprenda un esfuerzo colectivo sino además que se valoren cuidadosamente los escollos y las posibilidades. Los recientes sucesos de Irán, donde un proceso forzado de "modernización" ignoró los valores culturales más que milenarios y condujo a una ola casi inevitable de agitación social, y el caso de China, donde durante casi una generación se intentó prescindir de los progresos de la ciencia y la técnica modernas, lo cual provocó el atraso tecnológico y esfuerzos desesperados por alcanzar a Occidente para el año 2000, son ejemplos de algunos de los problemas que se presentarán a los países en desarrollo de la segunda civilización que no mantengan un equilibrio entre la posibilidad de adoptar la ciencia y la técnica modernas y la de conservar su propio patrimonio cultural.

El proceso de búsqueda de una tercera civilización, que brindaría un marco auténtico y más viable para adoptar otras estrategias, exige que los conceptos de "desarrollo" y de "progreso" se enfoquen desde otra perspectiva. Pese a sus indudables realizaciones, la cultura científica y tecnológica occidental de la primera civilización no puede considerarse como un modelo universal que los países de la segunda civilización deben imitar, sino que más bien debería ser considerada como una de las tantas fases de un proceso general e histórico de evolución material e intelectual. Es necesario abandonar la arrogancia implícita en la cultura occidental, que hace que la primera civilización se considere a sí misma como un modelo para el mundo en desarrollo. Hace falta una percepción más ecuménica de los procesos de desarrollo y de progreso en la cual se dignifiquen y valoren las posibilidades de las muchas culturas que forman parte de la segunda civilización; imaginemos, en particular, las perspectivas que abriría la armonización de su patrimonio cultural con la ciencia moderna.

El nacimiento de una tercera civilización es hoy una necesidad que se justifica intuitivamente, aunque no por ello es menos urgente iniciar su búsqueda¹⁴. Las inaceptables dificultades que viven actualmente los países en desarrollo de la segunda civilización y su imposi-

13. Véase un estudio filosófico de las posibilidades de alcanzar esta integración en J. Ladrière, *Les Enjeux de la Rationalité* (especialmente el capítulo 9), París, Unesco, 1977.

14. Además, es posible que las investigaciones que se están llevando a cabo, fundamentalmente en los países en desarrollo, hagan aparecer justificaciones más objetivas.

bilidad para alcanzar plenamente la primera muestran que su porvenir depende de la evolución hacia una tercera civilización. Sin embargo, las tareas que suponen este proceso de búsqueda creativa son muy numerosas y diversas y no deberían subestimarse los problemas de orden intelectual y práctico.

Mencionemos brevemente dos de esas tareas: se trata de la creación de nuevas "maneras" o "estilos" para elaborar una ciencia más adaptada a las necesidades del tercer mundo, y la recuperación de las técnicas tradicionales de los países en desarrollo. La primera está estrechamente vinculada con las polémicas acerca de si la ciencia es una y universal o si es posible que existan variedades locales: la segunda coincide en cierta medida con los análisis de las formas de pensamiento "primitivas" o "modernas". No obstante, sólo examinaremos estas dos tareas desde el punto de vista de la creación de un potencial científico y tecnológico endógeno como paso inicial en la búsqueda de una tercera civilización.¹⁵

Mucho se ha discutido acerca de la posible existencia de una ciencia latinoamericana, islámica, asiática o africana, por oposición al carácter supuestamente universal de la ciencia moderna occidental que no admitiría variaciones locales. En cierta medida, esta polémica es resultado de otra mucho más vasta que opone las dos teorías que atribuyen el desarrollo de la ciencia esencialmente a causas internas o externas, respectivamente inherentes a la empresa científica o al contexto social en que se despliega.¹⁶

Es evidente, sin embargo, que el ritmo y la orientación del progreso científico son afectados por factores tanto extrínsecos como intrínsecos. Por una parte, el medio social, la manera en que se genere el excedente económico y se le asigne a las actividades científicas influirá en el carácter y en la orientación de las investigaciones; los arquetipos culturales e intelectuales de un país determinado incidirán en la forma en que se conceptualicen los problemas y en que se realicen las acti-

15. Se encontrará una explicación de algunas de las demás tareas que supone esta búsqueda en F. Sagasti "Towards endogenous science and technology for another development", *Development dialogue*, N° 1, 1979, p. 13-23.

16. Con respecto a estos conceptos, véase el artículo de R. McLeod, en I. Spiegel-Rosen y D. de Solía Price, *Science: technology and society*, Londres, Sage Publishers, 1978. La obra de Robín Ilorton y Ruth Pinnegan, *Modes of thought: essays on thinking in western and non-western societies*, Londres, Faber and Faber, 1973, proporciona abundante material sobre este tema. Con respecto a América Latina, el ensayo de O. Varsavsky, *Ciencia, política y científicismo*, Buenos Aires, CEAL, 1969, sigue siendo un clásico. Sobre el Medio Oriente véase A. Sardar, *Science, technology and development in the Muslim World*. Londres, Croom Helm, 1977.

vidades científicas; por último, el tipo de interacción de la ciencia con las formas particulares que adopte la tecnología —y a través de ella, con la sociedad— imprimirá a la investigación científica un "color local". Por otra parte, la "universalidad" de la empresa científica se explica por factores inherentes a la práctica de la ciencia, tales como el carácter acumulativo del proceso de generación del saber en la investigación científica (por el cual un descubrimiento lleva a otro); la apertura de nuevas posibilidades y la índole fragmentaria y heterogénea de la investigación en la cual, como en un rompecabezas, es posible determinar precisamente una laguna del conocimiento y concentrar los esfuerzos para llenarla; y, por último, la motivación personal de los hombres de ciencia.

Pero para integrar la ciencia en las culturas de los países en desarrollo con objeto de aumentar su potencial científico y tecnológico, sería necesario prestar mayor atención a los factores que confieren a la ciencia un carácter local y que condicionan la posibilidad de que se la asocie al patrimonio cultural de estos países. Si bien la polémica sobre la importancia relativa de los factores externos o internos es bastante antigua, no abundan los esfuerzos encaminados a valorar la viabilidad de una ciencia con características locales, desde la perspectiva del tercer mundo.

En términos generales puede afirmarse que la investigación científica es un proceso en tres etapas iterativas y recurrentes que consisten en: identificar y formular los problemas de tal forma que puedan estudiarse con un método científico; postular hipótesis y respuestas provisionales con respecto a los problemas que se hayan determinado; verificar y someter a prueba dichas hipótesis mediante métodos rigurosos. Evidentemente, la identificación, selección y formulación de problemas de tal forma que la investigación científica pueda abordarlos constituye un proceso en el que influyen factores de índole económica, social, política y cultural. Mientras que en la elección de una actividad particular de investigación pueden influir consideraciones estrechamente vinculadas con la práctica de la investigación científica, la orientación general de los esfuerzos científicos de un país determinado está claramente condicionada por la situación general en la cual la ciencia está inserta. En la formulación de hipótesis y en la construcción de las teorías que han de ponerse a prueba también influyen consideraciones generales de carácter cultural. En este proceso puede expresarse la creatividad y ponerse de manifiesto los modos y hábitos de pensamiento que caracterizan a las diferentes culturas. Por último, el procedimiento que consiste en poner a prueba y verificar las hipótesis debe permitir una confirmación independiente y comparar rigurosamente las hipótesis así

como las predicciones que de ellas resulten, con las características reales de los fenómenos que se están estudiando. Dado que este aspecto de los procesos científicos es el que menos se presta a introducir consideraciones "locales", los métodos de verificación deberían ser verdaderamente universales, por lo menos como ideal para los hombres de ciencia.

Lo antedicho supone que el ejercicio de la actividad científica podría tener "carácter local" en las primeras dos etapas —es decir, en la determinación de los problemas y en la formulación de hipótesis— y que en la etapa de la verificación es necesario mantener la universalidad de la empresa científica. Por ello, parecería posible —por lo menos en principio— encaminarla por cauces que respondan mejor a las condiciones locales, manteniendo al mismo tiempo los aspectos universales fundamentales para practicar la ciencia moderna.

Durante este último decenio, se ha prestado cada vez mayor atención al redescubrimiento y la recuperación del potencial tecnológico tradicional de los países en desarrollo, sobre todo en lo que se refiere a la forma en que los conocimientos y técnicas tradicionales podrían emplearse como punto de partida para inventar nuevas tecnologías más adecuadas para los países en desarrollo de la segunda civilización.¹⁷

Esto no implica el rechazo de la ciencia y la tecnología modernas, sino más bien la utilización selectiva de los conocimientos y técnicas tradicionales como el primer paso para introducir los métodos, enfoques y resultados de la ciencia y la tecnología modernas, con miras a aumentar el nivel y a mejorar sistemáticamente la tecnología tradicional.

Como ya se ha dicho, la historia demuestra que la ciencia y la tecnología modernas están injertadas en la tradición tecnológica de Europa occidental pese a que, en principio, no hay razón para que un proceso de implantación similar no se de en otras culturas, siempre y cuando las condiciones socioeconómicas y culturales sean favorables.¹⁸ Sin embargo, este proceso de recuperación y mejoramiento selectivos de la técnica tradicional no debería confundirse con el retorno a una ilusoria edad de oro ni con una dignificación indiscriminada de todos los ele-

17. Se encontrará una reseña de las publicaciones sobre el tema en el número especial del *IDS Bulletin*, "Rural development: whose knowledge counts?", University of Sussex, Brighton, vol. 10, N° 2, enero de 1979; y en D. Thery, "The heritage and the creativity of popular ecological knowledge", *Ecodevelopment news*, N. 10, septiembre de 1979.

18. Se encontrará una explicación de las transformaciones socioeconómicas necesarias para crear estas condiciones en F. Sagasti, *op. cit.*

mentos tradicionales de la segunda civilización.¹⁹

Estos dos elementos —es decir, la evolución de nuevas formas científicas con mayores características locales y la recuperación de los conocimientos y técnicas tradicionales— demuestran lo difícil y espinoso que puede ser construir un potencial científico y tecnológico endógeno, elemento esencial de la búsqueda creativa de una tercera civilización.

Algunas repercusiones en la educación

Los países occidentales industrializados han comenzado a tomar conciencia de que el carácter científico y tecnológico de la primera civilización exige importantes cambios en el proceso educativo.²⁰ Algunos países, que se encontraban ante los problemas característicos de la segunda civilización, han comenzado también a introducir, en forma experimental, ciertos cambios en sus sistemas educativos, en gran parte heredados de Occidente.²¹ Mencionaremos brevemente algunas de las repercusiones que pueden tener en la educación los dos aspectos de la búsqueda de una tercera civilización esbozados en la sección anterior.

Para que la educación contribuya activa y positivamente al desarrollo de las posibilidades científicas y tecnológicas endógenas y a la búsqueda de una tercera civilización, es preciso cumplir con cuatro puntos: asignar mayor importancia a la enseñanza de la ciencia, así como a su enfoque, sus métodos y resultados; reafirmar la importancia del patrimonio cultural tradicional; organizar actividades educativas en torno a problemas en los que puedan integrarse la ciencia moderna y la cultura tradicional; fomentar las condiciones que favorezcan las transformaciones sociales, económicas y políticas necesarias para el advenimiento de una tercera civilización.

Los dos primeros puntos derivan directamente de lo que hemos expuesto en la sección anterior. Si los países en desarrollo de la segunda civilización no comprenden el carácter y la función de la ciencia y la tecnología moderna, y si no aceptan y valoran su propio patrimonio cul-

19. En su artículo "The traditions of technology", en W. Morehouse (compilador), *Science, Technology and the Social Order*, New Brunswick, Transaction Books, 1979, Ashis Nandy brinda un análisis pormenorizado de las interacciones entre las tecnologías modernas y las tradicionales.

20. Véanse, por ejemplo, los debates recientes sobre la educación permanente, *Convergente*, vol. XII, N° 1-2, 1979.

21. Véanse, por ejemplo, los artículos sobre "Another development in education", *Development dialogue*, N° 2, 1978.

tural, no hay muchas posibilidades de que emprendan una búsqueda colectiva de la tercera civilización. A este respecto, la función que ha de cumplir el proceso educativo es evidente; como principal medio para transmitir los conocimientos y valores, le incumbe una doble tarea: la de crear una conciencia de la importancia de la ciencia moderna y del patrimonio cultural y, al mismo tiempo, la de suministrar los instrumentos conceptuales así como el saber necesario para que la sociedad se comprometa y participe en el desarrollo de las posibilidades científicas y tecnológicas endógenas. Estos dos aspectos tienen repercusiones que afectan al sistema educativo en su conjunto, puesto que es necesario introducir la perspectiva de la ciencia moderna y dignificar las tradiciones culturales en todos los niveles, desde la enseñanza preescolar hasta los cursos de postgraduados. Indudablemente, en ese proceso surgirán tensiones y contradicciones que, en gran medida, reflejarán las tensiones más amplias y agudas que existen entre la primera y la segunda civilización. Sin menoscabar su importancia y sin ignorar su posible influencia destructora, será necesario aprender a vivir con esas tensiones y contradicciones durante todo el proceso de búsqueda de una tercera civilización.

El tercer punto se refiere a la organización de las actividades educativas en torno a sectores fundamentales para el desarrollo, que permitirían evolucionar hacia una ciencia con características locales y recobrar el patrimonio cultural y técnico tradicional. En su sentido más amplio, esto equivale a seleccionar sectores claves en los que pudiera iniciarse la creación gradual de una capacidad científica y tecnológica endógena y donde las iniciativas educativas tuvieran resultados prácticos. Ladrière²² considera que el desarrollo de formas culturales combinadas en las que la ciencia y la tradición puedan coexistir y desarrollarse en una interacción recíproca sólo podrá lograrse mediante medidas materiales e intelectuales concretas; alinna además que con su acción los miembros de la sociedad proporcionan la base necesaria para integrar la ciencia moderna y el patrimonio cultural tradicional. Por ello, el tercer punto de importancia para la educación podría considerarse como la necesidad de centrar el proceso educativo en aquellos sectores en los que la acción del ser humano es esencial para lograr dicha integración. No todos los problemas que se plantean a los países de la segunda civilización son igualmente adecuados para integrar la ciencia moderna y el patrimonio cultural; es necesario, pues, establecer criterios para escoger

22. J. Ladrière, *op. cit.*, cap. 9.

23. Se esbozan algunos criterios experimentales en F. Sagasti, *op. cit.*, cap. 10.

un conjunto inicial y el orden en que se irán abordando.

El cuarto punto que tiene repercusiones en la educación es el de la importancia de las transformaciones socioeconómicas que permitirán aumentar las posibilidades científicas y tecnológicas endógenas y llevar a cabo la búsqueda de una tercera civilización. Es ilusorio esperar que se produzcan cambios fundamentales en la generación y la utilización de los conocimientos —que acompañan el desarrollo de las posibilidades científicas y tecnológicas endógenas— si no se modifican las condiciones sociales, económicas y políticas. Al contrario, no sólo el proceso de endogenización de la revolución científica y tecnológica cambiará las condiciones existentes, sino que esa endogenización no es posible si no se producen importantes transformaciones socioeconómicas.

Por ejemplo, la recuperación de las técnicas tradicionales y su mejoramiento gradual por medio de la ciencia moderna supone que co-existan técnicas con diferentes niveles de productividad, por lo menos durante un cierto período. Para ello se necesitarán medidas compensatorias a nivel institucional para fijar los precios y los salarios, de forma que las técnicas modernas más productivas no desplacen a las más tradicionales —cuya productividad es menor— dando tiempo para probar si estas últimas pueden mejorarse sensiblemente. En la mayoría de los países en desarrollo, esta disociación de los precios y de los salarios por una parte, y de la productividad por otra, supondría importantísimas transformaciones del sistema socioeconómico. Además, ciertos valores tales como la solidaridad, la conservación de los recursos y una vida en armonía con el medio ambiente —todo lo cual inducirá cambios sustanciales en la forma y en la estructura de la organización de las actividades económicas en la mayoría de los países en desarrollo— proporcionarían un contexto axiológico dentro del cual podría comenzar la búsqueda de una tercera civilización. Afirmemos una vez más que en este aspecto la función de la educación, por ser el principal medio para transmitir valores y conocimientos, es de capital importancia.²⁴

Comentarios finales

Los países del tercer mundo deben salir del subdesarrollo que caracteriza a la segunda civilización; para ello deben adquirir un po-

24. Úrsula Le Guiri, en su novela *The Dispossessed*, Nueva York, Avon Books, 1975, traza un vívido retrato de una sociedad forzada, por razones de penuria material, a organizarse con arreglo a una escala de valores igualitarios. El contraste entre las formas de organización social dominantes en la primera y segunda civilizaciones es particularmente interesante.

tendal científico y tecnológico endógeno. Alcanzar a los países que ya lo poseen y que pertenecen a la primera civilización no es posible ni conveniente ya que supondría renunciar al patrimonio y a la identidad cultural que es lo que da un sentido al destino colectivo de una nación es imperioso, por lo tanto, iniciar el proceso de búsqueda creativa de una tercera civilización.

En gran parte, buscar esa tercera civilización equivale, a proseguir otras estrategias de desarrollo, a comprometerse en la búsqueda de "otro desarrollo".²⁵ Las características esenciales de esas estrategias pueden resumirse teniendo en cuenta que el desarrollo: debe estar orientado hacia las necesidades, es decir, satisfacer las necesidades materiales y no materiales, entre las que se encuentra la necesidad de expresión, de creatividad, de igualdad y de comprensión del propio destino; debe ser endógeno, es decir, resultante de las fuerzas profundas de cada sociedad que debe definir soberanamente sus valores y la visión de su futuro; debe ser autosostenido, entendiendo por ello que cada sociedad ha de depender fundamentalmente de sus propias fuerzas y de su medio cultural; debe ser ecológicamente racional, lo cual supone una utilización coherente de los recursos de la biosfera, con pleno conocimiento de las posibilidades de los ecosistemas del país y de las limitaciones que impone para las generaciones actuales y futuras; y, por último, debe basarse en las transformaciones estructurales que modificarán las relaciones sociales, las actividades económicas y las estructuras de poder de forma tal que se cumplan las condiciones para que toda la población se auto-administre y participe en el proceso de toma de decisiones.

Quizás este proceso de búsqueda colectiva y creativa de una tercera civilización sea la tarea más urgente que la generación actual de intelectuales, filósofos, científicos y artistas de los países en desarrollo debe llevar a cabo. Es necesario que esta búsqueda vaya más allá de una necesidad intuitivamente justificada y que se formule en términos más rigurosos, que los objetivos a alcanzar se presenten de manera accesible y tangible, y que se brinden a los países en desarrollo opciones viables para que forjen sus propias vías de desarrollo en el marco de una tercera civilización.

25. Estas mismas ideas se encuentran desarrolladas en *What now?*, Informe Dag Hammarskjöld, Uppsala, 1975; y M. Nerfin (compilador), *Another development: approaches and strategies*, Uppsala, Dag Hammarskjöld Foundation, 1977.

Capítulo 2

REFLEXIONES SOBRE MEDIO AMBIENTE, TECNOLOGÍA Y DESARROLLO

Hace quince años en la Conferencia Mundial de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, realizada en Estocolmo, surgió un tema que nos ha obligado a revisar nuestro concepto del proceso de desarrollo: la idea de que no se puede actuar sobre el medio ambiente con impunidad. La visión mecanicista de una naturaleza pasiva y complaciente que se regenera en forma automática ha sido definitivamente superada. Hemos adoptado gradualmente una nueva perspectiva en la cual el medio ambiente responde y reacciona y —como consecuencia de la intervención humana indiscriminada— se deteriora, degrada y pierde su capacidad de restituirse. Esto ha hecho necesario abandonar la actitud de conquista de la naturaleza, la perspectiva de una economía de frontera ilimitada y la idea de que tenemos derecho a actuar sobre el medio ambiente sin pagar un precio por ello.

Este cambio es de importancia capital para toda actividad humana. La concepción de "conquista de la naturaleza", preconizada por Francis Bacon hacia 1620, ha tenido vigencia por varios siglos y sólo a mediados del siglo XX estamos aceptando que es necesario reemplazarla. A partir de la Ilustración y la Revolución Industrial esta idea dio origen a una variedad de técnicas para enfrentar los retos del medio ambiente físico que —al introducir el razonamiento científico, el *logos* griego, en las artes prácticas— fueron transformándose de "técnicas" en "tecnologías". Durante casi cuatro siglos, Occidente desarrolló respuestas tecnológicas que no tomaron en cuenta la perspectiva de un medio ambiente activo y vulnerable. Sólo importaba la eficiencia en términos estrictamente económicos; el resto podía ser ignorado. Más aún, desde mediados del siglo pasado el conjunto de respuestas tecnológicas se ha basado cada vez más en descubrimientos científicos.

Las tecnologías derivadas de la ciencia han desplazado casi completamente a las técnicas generadas por un proceso gradual y disperso de prueba y error.

El pluralismo tecnológico

La idea de un medio ambiente que responde cuando se le agrade llevó al concepto de tecnologías "ecológicamente sanas", y contribuyó al afianzamiento y vigencia del concepto de "tecnología apropiada". Nos dimos cuenta que no existe respuesta tecnológica válida universalmente en toda situación ecológica y para todo grupo humano. La perspectiva relativista del concepto de tecnología apropiada ha permitido establecer criterios para escoger—en un momento, en un lugar y en un contexto social determinados—la gama de tecnologías a ser empleadas o desarrolladas. La unión de estos conjuntos de tecnologías define el "estilo tecnológico" de una sociedad. El "manejo del pluralismo tecnológico", como lo ha llamado Ignacy Sachs, surge entonces como marco para estructurar el conglomerado de respuestas tecnológicas que desarrolla y emplea una sociedad.

Al aceptarla perspectiva del pluralismo tecnológico, es necesario tomar conciencia de los profundos cambios institucionales que se derivan. Si se desea utilizar una amplia variedad de tecnologías, simultáneamente—prestando atención a criterios sociales, políticos y culturales, además de los económicos—, no es posible dejar simplemente al "mercado" como arbitro único en la asignación de recursos. Se hace necesario diseñar nuevos procesos de planificación y toma de decisiones, definiendo criterios de evaluación en el marco de economías mixtas en las cuales la interacción estatal y los mecanismos de mercado jueguen cada uno su papel. Además, es preciso introducir innovaciones institucionales para proteger a las técnicas y tecnologías de más baja productividad, particularmente aquellas de origen local, mientras van adquiriendo una nueva fisonomía por medio de la incorporación de componentes científicos y de su confrontación con la invasión de tecnologías provenientes del exterior. De esta forma, la pluralidad de tecnologías a emplearse encontrará su ubicación en un proceso de desarrollo alternativo.

Es probable que en unos treinta o cuarenta años, algún historiador denomine a los años setenta como el decenio de transición. Además del problema del medio ambiente, del rápido aumento de precios del petróleo, que nos hizo tomar conciencia de que enfrentamos limitaciones de orden energético, y de los esfuerzos para definir un Nuevo Orden

Económico Internacional, que planteó una reconsideración de las interrelaciones Norte/Sur, hemos sido testigos de los grandes avances en microelectrónica, informática, biotecnología, tecnología espacial, ciencias de materiales y, en general, del aumento sin precedentes de la capacidad humana para generar tecnologías basadas en descubrimientos científicos. Basta mencionar que el gasto mundial en investigación y desarrollo ha venido creciendo aceleradamente desde el principio de los años 50, sobrepasando en la actualidad los 1'000,000 millones de dólares anuales.

Las innovaciones tecnológicas se han sucedido con increíble rapidez y están introduciendo cambios institucionales. En economía, los avances en microelectrónica están echando por tierra el antiguo concepto de las economías de escala; la difusión de la informática y de la automatización está cambiando la idea tradicional de productividad, y el continuo desplazamiento de innovaciones está obligando a revisar la noción de ventajas comparativas.

Más aún, los avances en telecomunicaciones están permitiendo la descentralización de actividades productivas y económicas. Hoy es posible trabajar con acceso directo a fuentes de información y material bibliográfico dispersos por todo el globo, realizar reuniones a distancia y emplear servicios de procesamiento de datos ubicados físicamente en otros países. Estamos llegando a una situación en la cual las actividades vinculadas al bien "información" surgen como el rubro más importante en el Producto Nacional Bruto de los países altamente "informatizados" (más que "industrializados").

Es necesario mencionar también los avances en biotecnología, que conducen hacia nuevos productos, nuevos procesos y hacia una nueva forma de hacer industria. Hacia fines del presente siglo, muchos productos no serán fabricados por los medios físicos y químicos tradicionales, sino a través de la biotecnología, disminuyendo costos, reduciendo necesidades de inversión, y limitando la contaminación del medio ambiente.

Transformaciones y contradicciones

En resumen, durante los últimos 30 años venimos asistiendo —la mayoría sin darnos cuenta— a un profundo proceso de transformaciones que son la culminación de cambios iniciados hace cuatro siglos y cuyos resultados veremos claramente al comenzar el siglo XXI.

Estas transformaciones tienen un carácter ambiguo y contra-

dictorio. Por una parte, cierran un largo ciclo de predominio de las concepciones mecanicistas y reduccionistas que dieron origen a la ciencia moderna, y cuyos éxitos propiciaron la expansión indiscriminada de sus aplicaciones. En gran medida, estos éxitos fueron el resultado de una secularización de nuestra percepción de la naturaleza, que perdió su carácter sacralizado de unión con el género humano bajo la providencia divina y se convirtió en objeto inanimado, cuyos secretos serían descubiertos mediante la ciencia y sus riquezas explotadas a través de la tecnología. Las consecuencias negativas sobre el medio ambiente físico y social derivadas de los excesos de esta perspectiva mecanicista y reduccionista, motivaron, a su vez, el cuestionamiento de sus premisas básicas que observamos en la actualidad.

Por otra parte, el crecimiento explosivo de las actividades generadoras de conocimientos en la última mitad del siglo XX ha permitido ampliar enormemente la gama de respuestas potenciales a los retos del propio medio ambiente físico y social. Reinsertados en otro contexto conceptual que supere las limitaciones de la perspectiva mecanicista y reduccionista que les dio origen, estas actividades científicas, generadoras de conocimientos, podrían contribuir en el próximo siglo a la construcción de un estilo de desarrollo más humano, en el cual la relación hombre/naturaleza adquiera una nueva dimensión. Debemos construir una perspectiva intermedia entre la naturaleza "sagrada", intocable e in-conocible, y la naturaleza "secularizada", manipulable y trivializada.

Al plantear que la capacidad de generar conocimientos científicos y de desarrollar nuevas tecnologías ha aumentado de manera explosiva, es preciso reconocer que tal capacidad no se encuentra distribuida por igual en todo el mundo. Con frecuencia se habla de las desigualdades en los campos de la industria, la energía, el ingreso, la salud y la educación, pero a mi juicio la desigualdad más patente es aquella que existe entre un puñado de países altamente industrializados y el resto del mundo, en cuanto a concentración de la capacidad científica y tecnológica para generar conocimientos y aplicarlos. A mediados del decenio de 1970 en el mundo había alrededor de tres millones de científicos dedicados a investigación y desarrollo, de los cuales sólo 50,000 correspondían a América Latina; el gasto mundial en investigación y desarrollo fue de aproximadamente 100,000 millones de dólares en 1974/1975, del cual América Latina gastó menos de 1,000 millones; en 1980 encontramos 450,000 autores que publican en revistas científicas especializadas, de los cuales sólo 5,000 eran latinoamericanos.

Además de la concentración del potencial científico y tecnológico en unos pocos países altamente industrializados, razones de escala,

especialización, masa crítica y experiencia previa, hacen que la capacidad de innovar se concentre cada vez más en un número limitado de empresas transnacionales y en unas cuantas agencias gubernamentales. Hacia 1976 se estimó que alrededor de 2,000 personas decidían sobre más de la mitad del gasto mundial en investigación y desarrollo, orientando así los esfuerzos para generar conocimientos científicos que son la base de las tecnologías modernas.

Las "dos civilizaciones"

Esta desigualdad en la capacidad de generar y utilizar conocimientos permea toda la sociedad y tiene hondas repercusiones culturales. Por ejemplo, la explosión de revistas de divulgación científica que encontramos en Europa, los Estados Unidos y Japón es un síntoma de la "cientifización" de los modos de pensar y de percibir los fenómenos físicos y sociales. La perspectiva científica que domina el pensamiento especulativo en estos países contrasta fuertemente con la visión del mundo prevaleciente en la mayoría de los países de África, Asia, América Latina y el Medio Oriente.

De seguir, sin cambio alguno, la tendencia a profundizar estas divergencias, en menos de medio siglo llegaremos a un mundo escindido en dos "civilizaciones" que tendrán dos maneras distintas de ver el mundo: la primera civilización, asociada con una capacidad de generar conocimientos científicos y tecnológicos propios, en los países altamente industrializados; y la segunda civilización, asociada con una recepción pasiva de conocimientos generados en el exterior y una incapacidad de producir conocimiento científico, en el Tercer Mundo. La posibilidad de una profunda división de la humanidad en dos "civilizaciones", plantea la necesidad de reflexionar sobre los temas de estilo de desarrollo, estilos tecnológicos y de distintas maneras de generar conocimientos.

Sin embargo, a través de una serie de informes en Estados Unidos, Europa y Japón, los intelectuales, académicos y científicos están demostrando que no es posible para los países altamente industrializados continuar indefinidamente por el camino que vienen siguiendo. Restricciones en cuanto al consumo de energía, uso de materias primas, amenazas al medio ambiente, impacto social del crecimiento, alienación social y otras similares imponen límites al estilo de desarrollo basado en el acopio de bienes materiales. Por otra parte, quienes vivimos en países del Tercer Mundo y somos conscientes de los estragos físicos, sociales y morales que causa la pobreza en que vive la gran mayoría de la po-

blación, estamos convencidos de que tampoco será posible continuar indefinidamente con la tendencia actual hacia el deterioro de los niveles de vida y la pauperización.

Cuando la humanidad se ha encontrado en un callejón sin salida, siempre ha buscado respuestas e ideado nuevos caminos (¡por lo menos hasta ahora!). Aceptando plenamente que no es posible continuar indefinidamente en la forma actual y redimiendo la promesa que representa la enorme capacidad de generar conocimientos que ha adquirido la humanidad, será posible imaginar nuevos estilos de desarrollo y construir una nueva civilización. Esta nueva civilización será distinta a la prevaleciente en los países altamente industrializados y en los países subdesarrollados. En ella la herencia cultural no occidental estará en armonía con los avances científicos de Occidente, y su formulación deberá incluir el diseño de mecanismos institucionales para darle forma concreta a la imaginación social y cultural.

En esta tarca creativa América Latina está jugando un papel protagonista: en nuestra región ha surgido el estructuralismo económico, la teoría de la dependencia y la teología de la liberación. Estamos con un pie en la cultura occidental importada de Europa y otro en nuestra herencia autóctona prehispánica, presente aún en muchas de nuestras regiones.

Nuevos caminos

La invención y puesta en práctica de nuevos estilos de desarrollo, que a su vez den lugar a nuevos estilos tecnológicos, es una tarca de largo plazo y contempla acciones a tres niveles: en primer lugar, es necesario introducir cambios conceptuales; mientras sigamos pensando en base a las ideas de los países del Norte será difícil encontrar nuestro propio camino. Estos avances en el campo de las ideas deberán ayudarnos a armonizar el rescate de nuestra herencia cultural autóctona con lo más avanzado de la civilización occidental moderna (de la que también somos parte), para forjar una visión de nuestra propia identidad cultural. Esto implica "tropicalizar la mente"; reintroducir la diversidad de condiciones ecológicas como base para la acción económica y social; explorar formas comunitarias de organizar la producción y los servicios; reinterpretar la relación hombre-naturaleza, descartando la noción de acción impune sobre el medio ambiente; restablecer, en una versión moderna, la visión orgánica del mundo que caracterizó a las culturas prehispánicas; y muchos otros cambios conceptuales a fin de integrar, reava-

lorizar y replantearlas interacciones entre lo tradicional autóctono y lo occidental adoptado.

En segundo lugar, es necesario crear nuestra propia capacidad de respuesta a los desafíos del futuro: no debemos amilanarnos ante la magnitud de la tarea. Sabemos que contamos con sólo el 1 % de la capacidad científica y tecnológica mundial, y que nos tomará dos o tres generaciones llegar a un 15 o 20%, pero esto no significa que no podamos actuar desde ahora: en los problemas de largo plazo hay que empezar a trabajar inmediatamente. Debemos formar personal altamente calificado, ampliar la infraestructura científica y tecnológica y apoyar a las instituciones involucradas en actividades de ciencia y tecnología. Estas labores requieren de la intervención del Estado; no puede esperarse que el "libre juego del mercado" conduzca, por arte de magia, a la generación espontánea de una capacidad científica y tecnológica propia.

Por último, mientras se avanza en los cambios conceptuales y se crea una capacidad científica y tecnológica propia, es necesario emprender acciones puntuales y pragmáticas que permitan resolver problemas en el corto plazo, pero sin perder la visión orientadora que provee una nueva concepción del desarrollo. La máxima que debiera guiar nuestros esfuerzos, combinando lo conceptual con lo práctico, es el *motto* de la Universidad de Tucumán que dice: "*Pedes in terra ad sidera visus*": miremos al cielo, pero con los pies en la tierra.

Capítulo 3

INTELIGENCIA TECNICO-ECONOMICA PARA EL DESARROLLO

Este ensayo examina un aspecto del problema de la adquisición, procesamiento y utilización de la información económica y tecnológica para la formulación de políticas y la toma de decisiones por los gobiernos en los países en desarrollo. En lugar de describir lo que ya existe o ha sido hecho en la práctica (muy poco en realidad), estas notas ofrecen algunas especulaciones acerca del cambiante medio ambiente informativo y sus consecuencias para las futuras actividades de "inteligencia técnico-económica" en los países en desarrollo. El termino "inteligencia" se refiere, en estas notas, a las actividades de adquisición, procesamiento y utilización de información con valor estratégico, por analogía con los conceptos de "inteligencia militar", "inteligencia de mercado", y otros similares.

Un grupo de inteligencia técnico-económica en un país en desarrollo operará generalmente en un marco desfavorable, caracterizado por una escasez generalizada de todo tipo de recursos; por un nivel relativamente bajo de comprensión y aceptación de estas actividades por quienes actúan en el gobierno, debido a rivalidades que se acentúan a causa del reducido tamaño de la élite técnica y política, y a que el acceso al poder burocrático es un bien limitado y altamentepreciado; por un contexto internacional que cambia rápidamente, en el cual es evidente que los alineamientos políticos, las alianzas militares y las actividades económicas están en un constante estado de flujo; y por último, pero no por eso menos importante, por la prevalencia de marcos conceptuales, valores y perspectivas dadas a los países en desarrollo desde el exterior impuestos, en gran medida, a través de la penetrante influencia de los medios internacionales de comunicación de masas.

Con este contexto en mente, es evidente que un grupo de inteligencia técnico-económica en un país en desarrollo deberá evolucionar con una doble personalidad. Deberá prestar atención a la realidad local, los valores y expectativas de la población y de las élites, la naturaleza y evolución de las luchas locales por el poder, y el grado de aceptación y comprensión de las actividades de inteligencia técnico-económica por los encargados de elaborar las políticas. Al mismo tiempo, deberá seguir de cerca la escena internacional, acercarse a la frontera del conocimiento en los temas de importancia crítica para el país, la evolución de las esferas de influencia y poder en las relaciones internacionales y las posibilidades de explotar al máximo el limitado espacio de maniobra disponible para un desarrollo autónomo. Esto requiere una especie de "esquizofrenia institucional", en la cual los componentes internacional y local de la personalidad de un grupo de inteligencia técnico-económica se desarrollarían independientemente en términos organizacionales, para integrarse luego al nivel de la dirección del grupo.

La gran expansión de las actividades generadoras de conocimiento en las naciones altamente industrializadas, el creciente grado de concentración de recursos en la investigación científica, la mayor medida en que las tecnologías modernas se basan en los descubrimientos científicos, y el uso generalizado de estas técnicas de base científica en el sistema productivo, es lo que caracteriza a la evolución de las naciones altamente industrializadas que pertenecen a lo que se ha llamado la "Primera Civilización". Por el contrario, los países en desarrollo de la "Segunda Civilización" no han podido establecer una capacidad propia para generar conocimientos científicos en forma sistemática, en gran escala y continua, para transformar estos conocimientos en técnicas de producción, y para incorporar estas nuevas técnicas de base científica en la producción. En estos países, la ciencia, la tecnología y la producción se han desarrollado de una manera imitativa, fragmentaria y desarticulada, siendo cada cual casi totalmente dependiente de la evolución de sus contrapartes en los países altamente industrializados de la Primera Civilización. Es probable que las contradicciones y conflictos entre estas "Dos Civilizaciones" y el proceso de búsqueda de una "Tercera Civilización" sean las características dominantes de la evolución de las relaciones internacionales durante los próximos cincuenta años¹.

Sólo se puede apreciar la importancia de un grupo de inteligencia técnico-económica en un país en desarrollo a la vista de las grandes

diferencias en las capacidades para generar, seleccionar, absorber y utilizar conocimientos. Un grupo de inteligencia técnico-económica profundamente comprometido con el proceso de desarrollo tendrían que emprender la difícil tarea de actuar como el foco principal para la acumulación, transferencia y procesamiento de la información crítica para el proceso de desarrollo. Es evidente que esta ardua tarea se vuelve más realizable cuando al concepto de "información crítica para el desarrollo" se le da un significado restringido, adoptando un enfoque selectivo, limitando el alcance de las actividades de acumulación y procesamiento de información y organizándolas secuencialmente.

Aun cuando los aspectos militares de la inteligencia son de suma importancia para los países en desarrollo involucrados en zonas de conflicto real o potencial, ellas tienen menos importancia para la mayoría de los países en desarrollo. Más aún, es evidente que hay un desplazamiento de los aspectos puramente militares de conflicto hacia el terreno económico, social, científico, tecnológico y aun cultural. El arsenal que está emergiendo recientemente incluye la imposición de sanciones económicas, el empleo del "arma de los alimentos", el obstaculizar el acceso a los recursos tecnológicos, el empleo de los medios masivos de comunicación para dirigir "batallas culturales" de conceptos e ideologías, el empleo de foros y negociaciones internacionales para enfriarse en "batallas de palabras", y una variedad de formas más sutiles de lucha, que sobrepasan a las clásicas confrontaciones militares. A partir de esta perspectiva, el asunto de la defensa nacional y la seguridad nacional ha sido transformado de un programa estrictamente militar a un problema multidimensional y amplio.

El cambiante contexto de la información

En su monografía "Inteligencia para el Desarrollo"¹, Stevan Dedijer escribe sobre "indicadores babelianos de una marejada" (*Babelian indicators of a tidal wave*) utilizados para caracterizar la enorme cantidad de datos que han sido puestos a disposición de administradores, funcionarios del gobierno, ejecutivos, encargados de elaborar políticas, investigadores, y en general, cualquiera que esté interesado en reunir información a fin de tomar decisiones. Mientras que la analogía de una

1. Dedijer, Stevan. *Intelligence for Development*, París, OECD Development Centre, junio 1980.

"marejada" sería adecuada para aquellos que en los países desarrollados están empeñados en el proceso de adquisición, procesamiento y empleo de la información, en los países en desarrollo aquella marejada más tiene la naturaleza de una "avalancha" o "derrumbe", que desciende repentina y masivamente sobre quienes elaboran políticas y toman decisiones en los países en desarrollo, amenazando con sepultarlos bajo una masa de datos, de los cuales es probable que la mayor parte sea irrelevante. Sería útil revisar los orígenes de esta situación, explorando las maneras en que un grupo de inteligencia técnico-económica de un país en desarrollo podría reaccionar ante dicha masa de información repentinamente disponible, y aprender a operar eficazmente en un ambiente de información fuertemente sobrecargado.

Los últimos 80 años han visto tres etapas en el proceso de cambio del contexto informativo mundial. De una primera etapa, en que las fuentes de información eran más bien fáciles de identificar y se podía tener acceso a ellas, se dio una transición (especialmente después de la Segunda Guerra Mundial) hacia una situación en la cual la cantidad de información técnica, económica, científica, política, social y cultural creció a un paso rápido y se requerían esfuerzos especiales para seguir la evolución y las características de las fuentes de información. Estamos entrando ahora a una tercera etapa, en la cual la sobrecarga es tan grande y la multiplicidad de recursos informativos ha aumentado en tal grado, que una vez más es posible identificar fácilmente una fuente potencial de información y aun ganar acceso a ella sin mucha dificultad. Cada una de estas etapas será analizada en términos de varias analogías.

En la primera etapa, las fuentes de información estaban dispersas, eran relativamente fáciles de identificar y con pocas interconexiones entre ellas. Una entidad encargada de acumular y procesar información operaría como lo que Ashby³ ha llamado un "sistema iterado" (*iterated system*), en el cual se pueden tratarlas diversas interacciones entre el sistema y su medio ambiente en forma independiente. Los tiempos de reacción ante los disturbios son cortos, las respuestas de adaptación son rápidas y los cambios no imponen amenazas serias a la existencia del sistema. En esta etapa, la estructura de la trama de las fuentes de información correspondería a lo que Emery y Trist⁴ llaman el ambiente "plácidamente agrupado" (*placid clustered*) para una organización, en el

3. W. Ross Ashby, *Design for a Brain*, Science Paperbacks, Londres, 1960.

4. Emery, F. y Trist, E. "The Casual Texture of Organization Environments", *Human Relations*, Vol. 18 (1965), págs. 21-32.

cual es posible ignorar las interconexiones al interior del medio ambiente de un sistema. Es así que en esta etapa la capacidad de las organizaciones para procesar y utilizar la información con seguridad excedían la capacidad del medio ambiente para generarla. Empleando una analogía literaria, la imagen típica de un funcionario de inteligencia técnico-económica en dicho medio correspondería a Ashenden, el personaje de Somerset Maugham, un agente secreto británico en los años veinte, que tiene las conexiones personales adecuadas con las fuentes de información, no utiliza dispositivos técnicos, está sumamente interesado en la naturaleza humana y emplea su juicio personal para estimar la validez y relevancia de la información. La principal habilidad de Ashenden es su capacidad para anticipar reacciones y para tratar de descubrir las interconexiones entre los hechos, las personalidades y los eventos futuros.

Durante la segunda etapa hay un aumento sustancial en la generación de información, una multiplicación de las fuentes de datos y un rápido crecimiento en la cantidad de información suministrada a quienes toman decisiones. El desempeño de una organización es gobernado en gran medida por las ventajas ganadas a través del acceso a información privilegiada, y por la capacidad para adquirir y procesar información confiable de los servicios especializados. En este medio altamente sensible a la información, el "manejo del secreto" (retención selectiva de los datos, protección de las fuentes de información, diseminación de información errónea) se convierte en un aspecto crucial de las estrategias de competencia. La mayor velocidad en la transmisión de la información hace necesario que las organizaciones desarrollen tiempos de reacción muy cortos, lo cual a su vez requiere el empleo de computadoras, modelos matemáticos, instalaciones de telecomunicación, y el establecimiento de unidades de procesamiento de información especializadas.

En esta etapa, el procesamiento de la información y la toma de decisiones tienen lugar simultáneamente. Esta es la era de los sistemas de información gerencial de las redes de datos por computadora, de las instalaciones de teleprocesamiento, y de las escuelas de pensamiento de "información sobre la información". En términos cibernéticos, el nuevo medio de información correspondería a lo que Ashby ha llamado el "sistema pobremente articulado" (*poorly-joined system*), en el cual hay muchas interconexiones entre los componentes del medio y el sistema. Esto requiere que la organización tenga capacidades de procesamiento de información vastamente incrementadas, para reaccionar adecuadamente a los cambios en el medio. El nuevo medio de información correspondería también a lo que Emery y Trist llaman el medio "perturbadamente reactivo" (*disturbed reactivé*), en el cual es necesario tomar en

cuenta no solamente las interacciones entre la organización y su medio, sino también los cambios que tienen lugar en el interior del mismo medio. Desde el punto de vista literario, la imagen típica de un funcionario de inteligencia técnico-económica en este período correspondería a la de James Bond, el personaje de Ian Fleming, un hombre que puede reaccionar rápidamente ante situaciones imprevistas, es ayudado por un gran número de aparatos técnicos, y tiene acceso a información especializada que le permite sacar ventaja de las situaciones más insólitas.

Actualmente estamos entrando a una nueva etapa en la evolución del medio ambiente de información, en la cual enfrentamos una avalancha informativa. Existen muchas, fuentes para cada unidad de información y hay una gran cantidad de redundancia e interconexión en las redes y en los canales. Por esto, ya no es preciso idear estrategias sofisticadas para obtener acceso a los datos ni para mantener el secreto.

Con dichas redes de información sobrecargadas y ricamente interconectadas, no sería necesario obtener acceso a una fuente individual específica, ni preocuparse por la exactitud. Habrá abundantes oportunidades para contrastar diferentes fuentes de información, confrontando una con la otra. El "manejo del secreto" se volverá menos y menos importante y surgirá la necesidad de idear nuevas estrategias para competir en un medio de información "transparente". En términos cibernéticos, el nuevo medio correspondería a lo que Ashby llamó el "sistema ricamente articulado" (*richly joined system*), en el cual todo cambio en un componente del sistema o su medio afecta a todos los otros componentes, aun cuando, debido a que hay tantas interconexiones, los efectos de un cambio son atenuados y amortiguados por una serie de reacciones y contrarreacciones. En un sentido, el sistema adquiere cierta inmunidad ante las perturbaciones del medio. En términos de teoría organizacional, esta nueva situación correspondería a lo que Emery y Trist han llamado "el medio ambiente turbulento" (*turbulent environment*), en el cual la tarea principal de un sistema es mantener un equilibrio inestable y desarrollar capacidades de respuesta organizacional.

Empleando una analogía literaria, habría un regreso al concepto tradicional del funcionario de inteligencia y un restablecimiento de antiguas maneras de manipular la información. La imagen de un funcionario de inteligencia técnico-económica correspondería ahora a George Smiley, el personaje de John Le Carré, un hombre que sabe cómo sobrevivir en una jungla burocrática, es capaz de juzgar los valores y las motivaciones, puede estimar la importancia de los datos y tiene la capacidad para ofrecer interpretaciones, mientras se enfrenta a un exceso

de información.

En cierto sentido, el exceso de datos, la multiplicación de canales y fuentes y la generalizada disponibilidad de información crean una situación similar a la que prevalecía en la primera etapa, cuando había relativamente poca información y las fuentes eran fáciles de identificar y se podía tener acceso a ellas sin mucha dificultad.

Surgimiento de los "sintetistas"

Este medio ambiente cargado de información que está emergiendo recientemente presenta problemas interesantes. Por ejemplo, el hecho de que sea posible poner en contacto a dos personas seleccionadas al azar a través de un número limitado de intermediarios (alrededor de cinco)⁵, demuestra que sería bastante fácil identificar a los individuos que generan información sobre un tema específico. A su vez, esto haría necesario que se alterasen las estrategias de acumulación y procesamiento de información. Se llegará a una situación en la cual, para todos los fines prácticos, la información se convertiría en un "bien libre" o —al menos— en un producto relativamente barato. En ese estadio, sería más importante desarrollar una capacidad para procesar la información que idear canales para adquirirla.

Es probable que en el mundo de los próximos veinte años, la capacidad para generar información exceda a la capacidad para procesarla y usarla. Como un subproducto de la revolución de la microelectrónica, los avances en la tecnología de la comunicación harán que los costos y tiempos de transmisión sean insignificantes, mientras que los avances en la tecnología de las computadoras harán que sea posible alcanzar un estadio intermedio de procesamiento de la información con bastante facilidad, produciendo de esta manera masas de datos sobre casi cualquier tema específico que sea de interés para el funcionario de inteligencia técnico-económica. Como una indicación de esta tendencia, es posible observar la expansión de instituciones a nivel mundial diseñadas específicamente para interconectar fuentes y redes de información (las Naciones Unidas y otros organismos internacionales, corporaciones transnacionales, la comunidad científica, etc.).

5. Para una revisión de experimentos que aportan evidencia en este tema, véase Garfield, Eugene: "It's a Small World After All". *Current Contents*, Octubre 22, 1979; págs. 5-10.

A fin de enfrentarse con los medios de información del futuro, un grupo de inteligencia técnico-económica en un país en desarrollo tendrá que idear una estrategia oportunista y un enfoque ecléctico para la acumulación y procesamiento de la información. En primer lugar, es preciso aceptar que no será posible mantener secretos, que no seguirán existiendo los canales de información exclusivos y privilegiados, que es probable que la mayor parte de la masa de datos que se va a adquirir sea irrelevante. En esta nueva situación, los esfuerzos de un grupo de inteligencia técnico-económica deberán dirigirse hacia el desarrollo de una capacidad de procesamiento e interpretación de datos, a fin de discernir rumbos, detectar eventos críticos, anticipar respuestas, identificar oportunidades y amenazas y, en general, utilizar la cantidad incrementada de información para beneficio del país.

Tal vez las analogías más adecuadas para examinar esta nueva situación provendrían de la literatura de ciencia ficción. La novela de Stanislaw Lcm, *La Fiebre del Heno* (*Chain of Chance*) explora las consecuencias de un aumento masivo en las interacciones entre los medios social y material, las cuales hacen que sea casi imposible discernir un patrón en medio de una variedad de pequeños y grandes eventos interconectados, e impiden el diseño de una estrategia de interpretación adecuada. Extrapolando las ideas de Lcm, sería posible decir que, independientemente de la estrategia en particular que se siga para adquirir la información, un grupo de inteligencia técnico-económica probablemente reuniría los datos que necesita, pero encontraría dificultades para reconocerlos, procesarlos e interpretarlos. Se podría trazar otra analogía a partir de la novela de John Varley *The Ophiuchi Hotline*, donde se hace una descripción de la nueva profesión de "Sintctista" (en contraposición al "Analista"). El "Sintctista" de Varley examina cuidadosamente grandes masas de datos a lo largo de un extenso período de tiempo, a fin de escoger una fracción que merezca mayor estudio y que sería procesada por especialistas asistidos por grandes computadoras electrónicas. La formación profesional de un "sintctista" es una tarea compleja y costosa, debido a que se deberá encontrar y adiestrar a una persona de capacidad natural para que establezca interrelaciones, estime la relevancia y, en general, discierna patrones en medio de una masa aparentemente incoherente de datos. Brian Aldiss describe una profesión similar, de "Buscador" (Seeker) en su cuento "An Appcarance of Life".*⁶

6. Aldiss, Brian "An Appcarance of Life". En: *Last Orders Triad Panther Books*, Si. Albans, 1979, pags. 169-170.

"Para estar apto a ser un Buscador, es necesario revelar un alto factor de serenidad. De niño, en mi comportamiento experimental, había manifestado dicho factor y había sido seleccionado de inmediato para un adiestramiento especial. Había tomado cursos adicionales de filosóficos, alfanuméricos, Teracotomía Incidental, Sincronicidad Apuntual, Homo-ontogenesis y otras materias, graduándome finalmente como Buscador Esemplástico de Primer Orden. En otras palabras, yo sumaba dos más dos en situaciones en las que otras personas no pensaban en adición. Yo conectaba. Hacía que los todos sean más grandes que las partes. Mi profesión era invaluable en un cosmos crecientemente lleno de partes".

En los medios de información del futuro, el funcionario de inteligencia técnico-económica de un país en desarrollo deberá ser, sobre todo, un sintetista. No tendrá que preocuparse más por idear maneras y medios para asegurarse acceso a la información, por construir canales privilegiados y por proteger el secreto de sus fuentes. Se interesará en el procesamiento de grandes cantidades de datos, en la verificación y comparación de diversas fuentes para escoger la más confiable y menos costosa, y en establecer interconexiones entre una variedad de asuntos, problemas y eventos de particular relevancia para el desarrollo del país.

Considerando el lento proceso involucrado en la organización de un grupo de inteligencia técnico-económica y los cambios que están comenzando a tener lugar en un medio ambiente de información, sería necesario comenzar de una manera limitada, emprendiendo tareas de inteligencia técnico-económica específica que servirían como ejercicios de adiestramiento para un reducido número de profesionales. Este proceso de adiestramiento pondría énfasis en el enfoque "sintetista", intentando conformar un grupo pequeño y coherente de individuos con habilidades disciplinarias complementarias, que serían capaces de actuar como un enlace entre quienes elaboran políticas en el país en desarrollo y los sobrecargados medios de información del futuro. Ellos articularían la adquisición y procesamiento de información sobre la situación internacional y sobre los eventos que tienen lugar dentro del país, poniendo ambos en la perspectiva de los objetivos nacionales en el corto, mediano y largo plazo. Las perspectivas futuras de los países en desarrollo se apoyarán, en grado creciente, en el establecimiento de grupos de inteligencia técnico-económica eficiente, sin importar cuán improbable pueda parecer esta empresa en la actualidad.

Capítulo 4

CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN AMERICA LATINA A PRINCIPIOS DEL SIGLO XX

Este ensayo ofrece una aproximación preliminar al estudio de la ciencia latinoamericana a principios del siglo XX, tal como se la puede apreciar a través de las memorias del Cuarto Congreso Científico (1º Pan-Americano) que tuvo lugar en Santiago de Chile entre el 25 de diciembre de 1908 y el 5 de enero de 1909. Este evento tuvo singular importancia y el material que fue presentado en él ofrece una visión panorámica del estado de la ciencia en la región a principios del presente siglo.

En primer lugar se presenta una perspectiva general de los cambios científicos y tecnológicos que tuvieron lugar en el ámbito internacional al pasar del siglo XIX al siglo XX, luego se ofrecen algunas apreciaciones sobre el estado de la ciencia latinoamericana en ese periodo, para examinar a continuación las memorias del Cuarto Congreso Científico, considerado como evento político, social y científico.

El contexto internacional de la ciencia latinoamericana a principios del siglo XX

El último decenio del siglo XIX y los años precedentes a la Primera Guerra Mundial fueron testigos de grandes cambios en el ámbito de la actividad científica y tecnológica mundial. En este período tuvieron lugar muchos descubrimientos e invenciones que sentarían las bases para la evolución de la industria y los servicios en la primera mitad del siglo XX. A título ilustrativo, en estos años Roentgen descubrió los Rayos X; los esposos Curie descubrieron el Radio y el Plutonio; Planck desarrolló la teoría cuántica; de Vries, Morgan y otros redescubrieron los

trabajos de Mendel y dieron gran impulso a las investigaciones genéticas; Bayliss y Starling descubrieron las hormonas, Hopkins aisló la vitamina A, Willstater descubrió la composición de la clorofila, y Harden y Young trabajaron por primera vez procesos de catálisis con enzimas; Einstein desarrolló su teoría de la relatividad, mientras que Minkowski ideó las herramientas matemáticas que facilitaron el desarrollo de esta teoría; Freud publicó sus primeros estudios sobre la teoría del inconsciente, y Pavlov realizó sus trabajos sobre reflejos condicionados.

En el campo de la tecnología, los avances fueron igualmente impresionantes. Diesel construyó el motor a petróleo; Ford fabricó el automóvil Modelo T y desarrolló la línea de ensamblaje; Marconi inventó la telegrafía inalámbrica; Hoffman inventó el caucho sintético a partir del butadieno, Haber inventó el proceso para sintetizar amoníaco en escala industrial, Baekeland inventó la Bakelita, y Chardonnet y Cross realizaron sus trabajos que llevaron a la producción industrial del rayón y celofán; los hermanos Wright hicieron el primer vuelo en aeroplano, Blériot cruzó el Canal de la Mancha, Curtiss construyó el primer hidroavión, y Junkers el primer avión totalmente metálico; Brearley desarrolló el primer tipo de acero inoxidable; y se desarrollaron procesos para fabricar productos tales como insulina, detergentes sintéticos, siliconas y plexiglás.

Sin embargo, pese a que la lista de avances conceptuales y adelantos prácticos podría extenderse mucho más aún, desde el punto de vista de la actividad científica y tecnológica los cambios más importantes que ocurrieron en este período son la profesionalización de la investigación y los cambios institucionales en la forma de producir conocimientos y realizar innovaciones. Durante el período examinado, en Europa y en los Estados Unidos se produjo un cambio significativo en la estructura de las universidades, se articularon las relaciones entre la universidad y la industria, y surgieron nuevos marcos institucionales para organizar la investigación.

Estos fenómenos se manifestaron en forma más clara en los Estados Unidos, en donde surgieron laboratorios universitarios para prestar servicios a la industria (por ejemplo el laboratorio de fisicoquímica en MIT fundado en 1903); se crearon nuevos programas en el campo de las ingenierías (por ejemplo, ingeniería eléctrica en las universidades de Yale, Michigan, y en MIT, y Purdue); y la relación entre universidad e industria se hizo muy estrecha, sobre todo en los campos de la ingeniería química, mecánica y eléctrica. Hacia 1910 se habían otorgado 2,500 doctorados en ciencias en los Estados Unidos, y el número

de miembros de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia creció de 1,925 en 1900 a 8,325 en 1914. Por otra parte se establecieron los primeros laboratorios de investigación industrial —las "fábricas de tecnología" como las llamó Jorge Sábato— organizando de manera sistemática y científica el tipo de institución que había anticipado Edison al fundar en 1876 su laboratorio de Menlo Park. Así, durante este período se establecieron los laboratorios de investigación industrial de las empresas Du Pont (1901), General Electric (1900), American Telegraph and Telephone (1907), Westinghouse (1903), Arthur D. Little (1905) y Eastman Kodak (1912),¹

Estos cambios de carácter institucional y los avances en ciencia y tecnología se acelerarían durante la Primera Guerra Mundial, y señalarían el comienzo indiscutible de la hegemonía norteamericana sobre la actividad científica mundial que se mantiene hasta nuestros días. En cierta forma, como lo ha indicado Noble,² el reordenamiento del aparato industrial, tecnológico y científico de los Estados Unidos que tuvo lugar durante este período hizo converger los esfuerzos de científicos, académicos, ingenieros, empresarios, gerentes, funcionarios gubernamentales y políticos para apoyar el surgimiento del capitalismo corporativo que vendría a dominar la escena tecnológica hasta nuestros días.

Ciencia y tecnología en América Latina a fines del siglo XIX

¿Cuál era la situación de América Latina en el cambiante contexto de la ciencia mundial de esta época? La respuesta no es sencilla. Por una parte, podría decirse que la ciencia latinoamericana a fines del siglo XIX era prácticamente inexistente, que el estado actual de marginalidad de la ciencia latinoamericana en el contexto mundial es el resultado de un largo proceso histórico que ya se manifestaba claramente a principios de siglo, y que la distancia que separa a la región de los países científicamente más avanzados ha aumentado continuamente desde hace varios siglos. Por otra parte, podría plantearse que, pese a su estado de atraso relativo en comparación con Europa y los Estados Uni-

1. Sobre este tema véase los trabajos de Derek de Solía Price, *Science Since Babylon*, New Haven, Yale University Press, 1975; Joseph Ben-David, *The Scientist Role in Society*, Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1971, y las contribuciones en los volúmenes editados por Nathan Reingold, *Science in America Since 1820*, New York, Science History Publications, 1976; y *The Sciences in the American Context: New Perspectives*, Washington D.C., Smithsonian Institution Press, 1979.
2. Véase David Noble, *America By Design*, New York, A. Knopf, 1977.

dos, los esfuerzos de algunas universidades, de las escuelas de ingeniería, de los institutos de investigación en medicina y otros campos, y de algunos investigadores individuales, llegaron a configurar un incipiente pero importante nivel de actividad científica y tecnológica en la región al finalizar el siglo XIX. Más aún, podría sugerirse la conjetura de que la brecha entre la ciencia latinoamericana y las fronteras de la ciencia mundial a principios de siglo no era mayor a la que existe en la actualidad. Entre otras razones, esto podría ser debido a que la actividad científica en Europa y los Estados Unidos sólo tomaría un gran impulso durante los primeros decenios del siglo XX.³

Probablemente, la situación que prevalecía en la región al cambiar el siglo se encontraba en un punto intermedio entre lo que postulan estas dos hipótesis. A nuestro juicio, la fragmentaria evidencia disponible indica que existía una pequeña pero activa comunidad científica en algunos campos específicos y que se manifestaba un creciente interés por desarrollar las ciencias, razón por la cual nos inclinamos a sugerir que este punto intermedio se encontraría más cercano a lo que plantea la segunda hipótesis. Sin embargo, la escasez de trabajos sobre el estado de la ciencia y la tecnología en América Latina y su relación a las fronteras del conocimiento en diferentes períodos históricos no permite resolver esta cuestión en forma definitiva.

Como antecedente es interesante anotar que algunos autores han indicado que la ciencia latinoamericana logró un alto nivel de desarrollo durante la época colonial. De acuerdo a Roche:

"Las primeras etapas de la ciencia hispanoamericana han mostrado dos picos: el primero en el siglo XVI, cuando la calidad del conocimiento generado en la región —especialmente en México— era de un alto nivel y ampliamente influyente en Europa. El otro período de algún interés... fue la segunda mitad del siglo XVIII, particularmente durante el reinado de Carlos III de España (1759 a 1788), cuando se emprendieron las grandes expediciones, las ideas empezaron a circular, y algunos desarrollos locales tuvieron lugar, especialmente en México y Colombia."⁴

3. El crecimiento de la actividad científica ha sido tratado por Price en sus libros de 1975 (véase nota número 1). Es interesante anotar, por ejemplo, que la creación de las primeras revistas de resúmenes científicos (abstracts) a partir de *Physics Abstracts* en 1900 y *Chemical Abstracts* en 1909, muestra que se hizo necesario organizar y sistematizar la creciente literatura científica a partir del primer decenio del siglo XX.
4. Véase Marcel Roche, "Early History of Science in Spanish America", *Science*, Vol. 194 (1976), pp. 806-810.

En forma similar, Lanning ha señalado que durante la Ilustración, América no se encontraba muy a la zaga de Europa en el desarrollo de las ideas, y que

"... en lugar de una brecha cultural de tres siglos entre Europa y las colonias americanas, separaba a estos dos continentes un hiato de aproximadamente una generación entre innovador europeo y académico americano... (y) a medida que fue pasando el siglo XVIII esta brecha fue cerrándose... Entre 1780 y 1800 con concesiones al transporte y al aislamiento, tal brecha dejó de existir..."

Si bien es posible determinar los cambios en la distancia que separa a la ciencia y la tecnología latinoamericanas de las fronteras del conocimiento mundial en campos específicos, en períodos determinados, y para algunos países en particular, es más difícil hacer apreciaciones de este tipo sobre la región tomada como conjunto. La dispareja e irregular evolución de la actividad científica y tecnológica en América Latina durante el período colonial y los primeros decenios de vida republicana hizo que la región presentara al finalizar el siglo XIX una imagen desigual y desarticulada del quehacer científico. Más aún, durante este siglo la ciencia latinoamericana no creció en forma continua y sostenida, y más bien experimentó una serie de avances y retrocesos. Por ejemplo, los tres o cuatro decenios posteriores a la independencia fueron períodos de inestabilidad política e institucional para los países de la región, lo que no permitió consolidar las actividades en el campo de la ciencia y la tecnología. Posteriormente, luego del estímulo que las ideas positivistas dieran a la investigación por uno o dos decenios a partir de 1860, se advierte un cierto estancamiento en la actividad científica. Esto contrasta con el mayor dinamismo tecnológico asociado a la integración de las economías de la región a los mercados mundiales durante los últimos decenios del siglo XIX.⁶

5. Véase Edward Lanning, "The Reception of the Enlightenment in Latin America", en A. Whitaker (ed.), *Latin America and the Enlightenment*, Ithaca, Cornell University Press, 1961.
6. Véase, entre otros, los trabajos de José Babini, *La ciencia en Argentina*, Buenos Aires, Eudeba, 1963; A. Bateman et al., *Apuntes para la Historia de la Ciencia en Colombia*, Bogotá, COLCIENCIAS, 1971; Nancy Stepan, *The Beginnings of Brazilian Science*, New York, Science History Publications, 1976; Eli de Cortan, *La Ciencia en la Historia de México*, México D.F. Editorial Grijalbo, 1980; Frank Safford, *The Ideal of the Practical*, Austin, University of Texas Press, 1976; y Francisco Sagasti "Esbozo histórico de la ciencia y la tecnología en América Latina", *inter ciencia*, Vol 3, N° 6, Noviembre-Diciembre 1978, pp. 351-359.

En términos generales podría decirse que al acercarse el siglo XX en ninguno de los países de América Latina la ciencia había logrado constituirse en una actividad firmemente establecida, con pleno apoyo del gobierno, y capaz de realizar aportes significativos al conocimiento mundial. No se había llegado a desarrollar una tradición científica acumulativa, ni se había creado un ambiente favorable para el cultivo de las ciencias. Menos aún se podría hablar de transformaciones en las instituciones educativas y las empresas productivas similares a las que ocurrían en los Estados Unidos y Europa en esa época. El incipiente grado de desarrollo económico no permitió generar una demanda sostenida de actividades científicas y tecnológicas, la superioridad intelectual de Europa y los Estados Unidos los convertían en las fuentes lógicas de ideas y técnicas productivas, los rasgos culturales ibéricos no propiciaron actitudes favorables a la ciencia, y la inestabilidad política de la región no permitió la acumulación de esfuerzos.

Sin embargo, hacia fines del siglo XIX se había creado en la región un buen número de instituciones científicas, sobre todo en Brasil y México; los muscos y jardines botánicos continuaban en actividad en toda la región; científicos europeos habían emigrado hacia la región, principalmente hacia Argentina, Uruguay y Chile, estimulando la investigación y la enseñanza de las ciencias; las escuelas de ingeniería y los institutos técnicos formaban un creciente número de ingenieros y especialistas; la arqueología y antropología se encontraban en franco desarrollo; y las investigaciones en medicina y salud pública habían producido importantes resultados para controlar enfermedades tales como la fiebre amarilla y la verruga peruana, y para producir vacunas. A esto debe añadirse las actividades de ingeniería vinculadas a la expansión de la infraestructura física de ferrocarriles, puertos, alcantarillado, carreteras y telecomunicaciones, además de las actividades de mantenimiento de equipo industrial, de prospección y explotación minera, y de mejora de la producción agropecuaria.

Por último, es importante destacar que a fines del siglo pasado se hablaba ya de la importancia de desarrollar una capacidad científica y tecnológica propia en América Latina. Un editorial publicado en la revista colombiana *Anales de Ingeniería* en setiembre de 1894 da testimonio de ello:

"Hoy día nuestra ciencia es de copia o de compilación; aprendemos y repetimos lo que otros han pensado o hecho, más no indagamos por nosotros mismos; a esta falta de originalidad en las aspiraciones y en los métodos, debe atribuirse el desfallecimiento de

que adolecemos. Con condiciones naturales propicias al desenvolvimiento de la aspiración científica, permanecemos, sin embargo, inactivos.

¿Qué estamos esperando? ¿Que vengan otros a resolver nuestros problemas científicos como esperamos que van a dar solución a nuestras dificultades industriales?

Si... nuestra actividad científica está aún muy restringida, no es esto un motivo que deba desalentarnos; antes, al contrario, es causa de aliento para marchar adelante: *Fac et spera* es un buen lema para los trabajadores del pensamiento."

La ciencia latinoamericana a principios del siglo XX: un análisis preliminar del Cuarto Congreso Científico (Iro. Panamericano)

"Hacia principios del siglo XX se puede apreciar en la región un mayor interés por introducir reformas en la enseñanza universitaria, por impulsar la creación de instituciones de investigación, y por articular a las comunidades científicas a nivel nacional y también en el ámbito latinoamericano. En este último sentido, es importante destacar los esfuerzos por intercambiar información científica y por establecer vínculos personales entre los investigadores de la región a través de la organización de congresos científicos. A partir del primer Congreso Científico celebrado en 1898 por iniciativa de la Sociedad Científica Argentina para conmemorar el vigésimoquinto aniversario de su fundación, se organizaron los congresos de Montevideo (1901), Río de Janeiro (1905), y Santiago de Chile (1909), tal como se indica en el Cuadro N° 4-1. Este último congreso fue particularmente importante por el gran número de participantes, adherentes y trabajos presentados. En gran medida, las memorias publicadas por este evento presentan una visión panorámica del estado de la ciencia y la tecnología en la región a principios de siglo. Además, este conjunto de eventos puede considerarse como el primer intento de conformar una comunidad científica en el ámbito regional.

Los 23 volúmenes que contienen una selección de los trabajos presentados y la Reseña General del Cuarto Congreso Científico, los cuales fueron publicados en Santiago de Chile en 1915, constituyen un material muy rico para examinar la situación de la ciencia y la tecnología en América Latina a principios de siglo. Un análisis detallado de los 450 trabajos publicados, así como de los discursos que pronunciaron los delegados durante los diversos actos oficiales, daría una idea de la per-

CUADRO 4-1
CONGRESOS CIENTÍFICOS AMERICANOS (1898-1909)
PAÍSES, MIEMBROS Y TRABAJOS PRESENTADOS

Congreso	Países	Miembros, Delegados y Adherentes	Trabajos Presentados	Secciones
1º Congreso Científico Latino Americano de Buenos Aires (10 al 20 de Abril de 1898)	13	552	121	4
2º Congreso Científico Latino Americano de Montevideo (20 al 31 de Marzo de 1901)	11	839	202	9
3º Congreso Científico Latino Americano de Río de Janeiro (6 al 16 de Agosto de 1905)	17	836	120	11
4º Congreso Científico Latino Americano y 1º Panamericano (25 de Diciembre de 1908 al 5 de Enero de 1909)	20	2,238	742	9

Fuente: *Reseña del IV Congreso Científico Latino Americano*, Santiago de Chile. Imprenta, Litografía y Encuademación Barcelona, 1915.

cepción que se tenía entonces del papel de la ciencia y la tecnología en la sociedad, y permitiría responder algunos interrogantes sobre el grado de avance de la ciencia y la tecnología de la región en comparación con las fronteras del conocimiento en esa época.

Esta sección examina de manera somera y preliminar algunos aspectos de este singular evento científico de principios del siglo: los planteamientos de los participantes oficiales sobre las vinculaciones entre ciencia y política; sus ideas sobre las relaciones entre ciencia y sociedad, y sobre el significado del Cuarto Congreso Científico; y un análisis de la participación de los diversos países de la región en términos de participantes, adherentes y trabajos publicados, añadiendo algunos comentarios sobre la participación peruana en el Congreso.

Ciencia, política y el Cuarto Congreso Científico. Pese a que el Cuarto Congreso Científico (1ro. Panamericano) tuvo un carácter exclusivamente científico, un buen número de los trabajos presentados, sobre todo en la sección sobre ciencias sociales que comprendía economía, derecho internacional, derecho constitucional e historia, presentan una rica y variada perspectiva del pensamiento político de la época. Más aún, los discursos e intervenciones de los delegados oficiales y autoridades del congreso se refieren con frecuencia al papel que le corresponde a la ciencia en la sociedad moderna. A título de ejemplo, algunas citas ilustran las opiniones de los participantes.

En el banquete de clausura del Congreso, el Sr. Eduardo Poirier, Secretario General de la Comisión Organizadora, mencionó claramente el sesgo "apolítico" del Congreso:

"El Cuarto Congreso Científico se ha mostrado refractario a declaraciones o a votos en favor de gobiernos o instituciones, por considerar que tales acuerdos eran tachables de personalismo y en ese concepto bastardeadores del carácter eminentemente científico que se ha deseado conservar a la Asamblea en toda su austera rigidez" (p. 162)⁷.

Por otra parte, se aprecia a lo largo de un gran número de intervenciones en los eventos oficiales, así como en muchos de los trabajos presentados, una clara concepción americanista de la actividad científica. Podría incluso decirse que se aprecia claramente un incipiente "nacionalismo científico americano" que, a partir de una idea inicialmente latinoamericana, se expande hasta incluir a los Estados Unidos en el

7. Todas las citas de esta sección corresponden a la *Reseña General* del Congreso.

espíritu Panamericano que trataba de promover este país a principios de siglo. Así, el profesor Leo Rowe de la Universidad de Pennsylvania y presidente de la delegación americana diría en la sesión solemne de clausura que:

"El historiador del desarrollo intelectual del continente americano, al revisar la obra de (las) asambleas (científicas de la época), probablemente asignará al congreso de Santiago el honor de haber distintivamente demostrado que las Repúblicas del continente americano, a causa de las condiciones peculiares en las cuales ellas fueron colonizadas y a causa de los problemas especiales de raza que ellas presentan, se ven frente a una serie de problemas distintivamente americanos. El solo hecho de que existan estos problemas, implica una obligación no sólo para nosotros, sino también para todo el mundo civilizado, de concentrar todos nuestros esfuerzos en su solución. Solucionándolos, podremos dar nuestra mejor contribución al progreso de la humanidad que el mundo tiene derecho de esperar de nosotros." (p. 139).

El diplomático Enrique Carlos Ribeiro Lisboa, jefe de la delegación brasileña y presidente del Congreso, destacó también el espíritu americanista en su discurso en la solemne sesión de clausura:

"Cada uno de vosotros, señores Delegados, al regresar a su patria, llevará la convicción de que en América somos todos hermanos; que, al reunirnos aquí, solamente hemos querido y buscado conciliar el bien de cada uno de nuestros países con el beneficio general del continente. A vuestros conciudadanos referiréis la armonía de nuestras deliberaciones y la sana cordialidad de nuestra convivencia social. Les diréis que debe ser borrada del diccionario, en América, la palabra extranjero; nuestras inteligencias, nuestros corazones, forman ya un lodo inseparable, han desaparecido entre nosotros las divisiones espirituales, nuestras almas no tienen más que una nacionalidad, son almas americanas" (p. 144).

Esta visión un tanto exuberante de la unidad americana se aprecia como una constante a lo largo de un gran número de discursos e intervenciones de los delegados oficiales. Sin embargo, es claro que esta explosión de "nacionalismo americano" que caracterizó al Cuarto Congreso, probablemente despertó algunas suspicacias en las naciones europeas. El mismo Embajador Lisboa, con fina sensibilidad diplomática, se encargó de despejar cualquier duda sobre el posible sentimiento "anticuropco" que podría haberse deducido del renovado énfasis en lo americano.

Más aún, el Embajador Lisboa aparentemente estaba plenamente convencido de la gran proyección política del espíritu que animó a este Cuarto Congreso Científico. Días antes de la iniciación del Congreso, el dictador venezolano Cipriano Castro fue derrocado como resultado de una larga campaña de abierta hostilidad de las naciones europeas y de los Estados Unidos que defendían los intereses de sus empresas, y de una franca descomposición del aparato gubernamental (Castro fue reemplazado por el dictador Juan Vicente Gómez, quien permanecería 27 años en el poder). En el banquete que ofreciera a las delegaciones, el derrocamiento de Castro fue saludado por el Embajador Lisboa en los siguientes términos:

"Cuanto.... a los efectos prácticos de esta magna asamblea, ya parece que bien temprano empiezan a hacerse sentir. Acaba, en efecto, de producirse en nuestra América un acontecimiento de importancia trascendental, que estoy inclinado a atribuir en gran parte a la influencia benéfica de nuestro Congreso.

Me refiero, señores, a la transformación política, diré más, social, económica, a la transformación radical cuya noticia ha venido a sorprendernos llenándonos de contentamiento en medio de nuestros trabajos.

Acaba de desaparecer en América el último gobierno personal. Contagiada por nuestro entusiasmo por el orden y la paz, y que con firme propósito aquí sellamos, Venezuela quiere seguir con nosotros el camino del progreso por la paz interior, por el respeto a las normas constitucionales y a los derechos de los ciudadanos." (p. 115)

Es difícil evaluar en qué medida esta percepción del impacto del Congreso era compartida por todos los participantes. La *Reseña General* preparada por el Secretario del Comité de Organización no registra opiniones ni comentarios adversos a estos planteamientos, los cuales —a juzgar por los textos de sus intervenciones— podrían haber sido compartidos por muchos de los que pronunciaron discursos en los diversos eventos sociales. Sin embargo, una primera lectura de las decenas de trabajos en el campo de las ciencias sociales, jurídicas e históricas señala que las apreciaciones de muchos otros participantes, y de quienes enviaron trabajos pero no estuvieron en Santiago, hubieran sido más sobrias en su evaluación del impacto del Cuarto Congreso Científico, y de la ciencia en general, sobre los eventos políticos de la época en el continente americano.

Por otra parte, el Cuarto Congreso Científico (1ro. Panamericano) fue el primer evento de su tipo en el que participó una numerosa dele-

gación de los Estados Unidos. Las relaciones entre América Latina y los Estados Unidos se encontraban bastante deterioradas en esa época como consecuencia de la política del "gran garrote" de Roosevelt, y de una serie de intervenciones norteamericanas en la vida política y económica latinoamericana, tales como la anexión de Puerto Rico luego de la guerra con España y la toma de la Zona del Canal de Panamá. Durante la gira que realizó en 1906 por América del Sur el Senador Root, Secretario de Estado de los Estados Unidos, se trató el tema del Cuarto Congreso Científico y, debido al interés mostrado por Root en el evento, Chile, en su calidad de país organizador, extendió una invitación a los Estados Unidos para que envíe una delegación.

Pese a que el Secretario de Estado Root enfatizó el carácter científico y no diplomático del evento, y por lo tanto no se impartieron instrucciones a la delegación estadounidense, Root aprovechó su intervención en una reunión previa al viaje de la delegación a Santiago (en la cual se eligió presidente de la misma al profesor Leo Rowe), para manifestar que:

"... por muchos motivos los intereses de los Estados Unidos se hallan en gran manera ligados al adelanto de los demás países americanos. El progreso del conocimiento y de la vulgarización entre ellos de todo género de medidas sanitarias es de gran importancia práctica para nosotras. Una cooperación más activa en convenciones comerciales, en la administración de los puertos, de las aduanas y en el mecanismo del intercambio mercantil constituyen objetivos de gran entidad práctica.

El incremento de la prosperidad de todas las demás Repúblicas americanas, merced al cual pueden alcanzar un mayor poder de compra, será de gran ventaja para nosotros."⁸

Por lo tanto, desde el punto de vista de la Secretaría de Estado, la participación de los Estados Unidos en el Congreso podría considerarse como una parte —ciertamente marginal, pero parte al fin— de una estrategia más amplia para consolidar su posición de potencia dominante en todos los ámbitos de las relaciones interamericanas de principios de siglo. Más aún, la delegación norteamericana consiguió que el Quinto

8. Esta cita fue tomada de un extracto de la intervención del representante John J. Rogers en la Cámara de Representantes de los Estados Unidos, anexo a la *Reseña General* del Congreso (pp. 277-289). La intervención de Rogers es muy reveladora de la actitud general que prevalecía entre los senadores, representantes y funcionarios del gobierno de los Estados Unidos hacia América Latina a principios del siglo XX.

Congreso Científico (2do. Panamericano) se celebrara en Washington en 1912; sin embargo, la negativa de la Cámara de Representantes de este país de asignar fondos a este evento hizo que se postergara hasta 1915.⁹

Todo esto indique que, pese a su carácter eminentemente académico, el Cuarto Congreso Científico (1ro. Panamericano) tuvo un interesante trasfondo político que amerita ser estudiado en mayor detalle.

Ciencia, sociedad y el Cuarto Congreso Científico. Un segundo aspecto de particular interés se refiere a la forma en que el Cuarto Congreso visualizaba el papel de la ciencia en la sociedad latinoamericana de principios de siglo, así como la percepción que tenían los participantes de la importancia del Congreso considerado como evento científico. La lectura preliminar de un gran número de los trabajos publicados en las memorias del Congreso muestra que se tenía una perspectiva muy optimista sobre las posibles contribuciones de la ciencia al progreso material y social.

En la época en que se celebró el Cuarto Congreso prevalecía aparentemente una concepción heroica de la empresa científica, tal como lo ejemplifican los discursos del Ministro de Instrucción Pública de Chile y del delegado de El Ateneo de La Habana. Ambos se referían a los participantes en el Congreso como "jefes ilustres de los ejércitos de la investigación", "cruzados de la ciencia", y "augustos paladines de la ciencia".

Las opiniones de los participantes sobre los alcances científicos del congreso son también interesantes de destacar. Es evidente que algunos de ellos tenían más experiencia en eventos internacionales que

9. Es curioso notar la indignación con que Iiram Bingham, profesor de la Universidad de Yale, quien más tarde exploraría las minas de Macchu Picchu, recibió las reiteradas negativas de la Cámara de Representantes para asignar fondos al Quinto Congreso Científico (2do. Panamericano), y que postergaran su realización por tres años. El representante Rogers (ver nota 8) lo cita diciendo: "... no es posible que hagáis creer a los latinoamericanos que los Estados Unidos se hallan en total pobreza que no pueden subvencionar los gastos de los Congresos Científicos internacionales con el decoro que lo han hecho la Argentina, el Brasil, el Uruguay y Chile. Ningún linaje de agradables palabras, ningún derroche de protestas de amistad y consideración podrá hacer que los estadistas dirigentes y los hombres de ciencia de la América Latina olviden que no fue posible celebrar el 2do. Congreso Científico Panamericano porque a los Estados Unidos no les plugo invertir el dinero necesario para dar cumplimiento a sus deberes internacionales. Ni han de olvidar que Chile gastó 100,000 pesos en la celebración del 1er. Congreso Científico Panamericano y que los diez Delegados oficiales de los Estados Unidos disfrutaron de la generosa hospitalidad chilena y fueron objeto de todas las atenciones que el Gobierno de Chile juzgó propio y debido prodigar a los representantes acreditados. por los Estados Unidos."

otros, lo que les permitió hacer algunas apreciaciones de carácter comparativo. Por ejemplo, Leo Rowe, quien presidió la delegación de los Estados Unidos—posiblemente contagiado por el fervor retórico de algunos delegados oficiales, o evidenciando un deseo de agradar a los participantes latinoamericanos, o quizás porque estuviera convencido de ello— se refirió al evento en la Solemne Sesión de Clausura como "una de las asambleas más extraordinarias de los tiempos modernos".

El mismo sentimiento, si bien con una dosis de exageración justificable por el gran esfuerzo desplegado, fue expresado por el Dr. Valentín Lcetclicr, Rector de la Universidad de Chile y Presidente de la Comisión Organizadora del Cuarto Congreso, en su discurso durante el banquete de clausura:

"No es hiperbólico afirmar que nunca se ha reunido en todo el curso de la historia y en parte del mundo una asamblea internacional más grande, que haya estudiado problemas más complejos y que haya representado los intereses de una porción tan considerable de la humanidad." (p. 160)

Se puede apreciar claramente que los participantes y organizadores del Cuarto Congreso Científico (Iro. Panamericano), consideraban que este evento colocaba a la ciencia americana en una posición importante en el contexto científico mundial, y que estaban convencidos de la contribución que la ciencia podía hacer al progreso del continente americano al iniciarse el siglo XX.

El Cuarto Congreso como evento científico. Las apreciaciones del Ministro de Instrucción Pública de Chile en la Solemne Sesión de Clausura demuestran que los gobernantes de algunos países estaban convencidos de la importancia de los eventos de carácter científico:

"El impulso con que los Gobiernos favorecen el mejoramiento intelectual esta eficazmente auxiliado en la época moderna por el extraordinario desarrollo a que ha llegado el intercambio de las ideas entre los hombres de todos los países.

Los Congresos Científicos constituyen la manifestación más transparente y más práctica de esta nueva tendencia. En contacto los cerebros y los corazones, se facilita la combinación de los esfuerzos y el control de los resultados; se puntualizan los vacíos de que adolece la investigación científica; se orientan las actividades en rumbos útiles y prácticos, y se economizan, en fin, fuerzas vivas que de otro modo se malograrían en estériles anhelos y tentativas.

Hasta hace pocos años estas tendencias hacia el sistema de cooperación intelectual eran muy débiles, cuando no nulas en la Amé-

rica Latina, y estaban expresamente circunscritas por los límites etnográficos. Mientras la América anglosajona combinaba ampliamente sus fuerzas en todos los órdenes de la cultura, en la generalidad de los países de la América Latina existía más bien por el contrario, el principio de la refracción." (p. 142)

Sin embargo, es evidente que esta concepción progresista de la importancia del intercambio científico a través de congresos no era unánimemente compartida a todo nivel a principios del siglo XX. De otra manera no se explicaría la intervención del Secretario de la Comisión Organizadora, Eduardo Poirier, en la Sesión Inaugural del Congreso defendiendo este tipo de eventos:

"... Convengo en que los Congresos Científicos, que funcionan intermitentemente y por breves días, y que no disponen de laboratorios, ni de gabinetes, ni de muscos, ni de archivos, no estén llamados a enriquecer con nuevas verdades el caudal del humano saber. Pero dan frutos que para la felicidad común acaso no valen menos, porque registran en bien de los pueblos los resultados obtenidos de antemano por la ciencia y la estadística, fijan rumbo a las investigaciones, planteando los problemas científicos que hay que resolver, crean una atmósfera de simpatía para la América, dando a conocer la parte más noble, más desinteresada y más trascendental de su actividad..." (p. 57)

¿En qué medida se constituyó el Cuarto Congreso Científico en un verdadero foro para el intercambio de los resultados de la investigación científica y tecnológica continental de la época? Una primera aproximación cuantitativa al estudio de los materiales publicados en las memorias muestra que este objetivo se logró ampliamente. Como indica el Cuadro N° 4-2, se recibieron un total de 1,899 adhesiones personales procedentes de 20 países del continente y asistieron 172 delegados oficiales y de instituciones científicas.¹⁰ Sin duda alguna, este gran número de participantes y adherentes fue una muestra más que representativa de los investigadores científicos activos a principios de siglo en América.

La distribución de los adherentes por profesión y sexo indica que sólo el 6% de los adherentes fueron mujeres y que ninguna mujer participó en el Congreso como delegado oficial o de alguna institución científica. Los profesores son la profesión más numerosa entre los adherentes (23.2%), seguidas de los abogados (19.0%), de los ingenieros

10, En algunos casos las cifras no coinciden debido a que en los diferentes volúmenes de las memorias del Congreso se encuentran datos inconsistentes.

CUADRO 4-2
DELEGADOS Y ADHERENTES POR PAÍSES AL 4º CONGRESO CIENTÍFICO
(Iº Panamericano)

País	Delegados Oficiales	Delegados Oficiales y de Instituciones Científicas que Asistieron al Congreso	Adherentes Personales no Incluidos como Delegados Oficiales o de Instituciones
Argentina	16	60	377
Bolivia	4	4	52
Brasil	8	9	61
Chile	3	42	1,119
Colombia	1	1	7
Costa Rica	1	1	1
Cuba	-	2	5
Ecuador	1	2	5
Estados Unidos	14	22	55
Guatemala	2	2	19
Haití	-	2	4
Honduras y Nicaragua	1	1	4
México	3	3	32
Panamá	2	2	4
Paraguay	3	3	4
Perú	6	7	63
República Dominicana y Venezuela	1	1	3
Salvador	1	2	2
Uruguay	4	6	31
No Especificado	-	-	51
Total	71	172	1,899

(16.9%), y de los médicos (16.17%), mientras que los pertenecientes a otras profesiones llegan a representar el 24.8% del total. El alto porcentaje relativo de ingenieros podría ser una muestra de la cambiante estructura profesional a fines del siglo XIX, ya que tradicionalmente eran los médicos y abogados quienes dominaban las actividades científicas.

El cuadro N° 4-3 muestra el número de trabajos presentados al Congreso y los publicados en las memorias, divididos de acuerdo a las nueve secciones en que se organizaron las deliberaciones. En total se presentaron 742 trabajos, de los cuales se eligieron 450 para su publicación, aunque algunos trabajos seleccionados no llegaron a tiempo antes de que los diversos volúmenes de la memoria se entregaran a la imprenta. Nótese el predominio relativo de las ciencias pedagógicas, sociales, y medicas, si bien el orden relativo de la proporción de trabajos de cada una de estas secciones sobre el total de trabajos cambia ligeramente entre su presentación y posterior publicación.

La participación de los diferentes países en las secciones y en el total de trabajos publicados se muestra en el cuadro N° 4-4. El predominio de Chile, como país anfitrión es explicable, así como el alto número de trabajos pertenecientes a Argentina. Nótese que los Estados Unidos están representados con 46 trabajos, mientras que el Perú lo hace con 39 y México con 27. Ninguno de los otros países participantes sobrepasa los diez trabajos publicados en las memorias. Es muy aventurado derivar conclusiones sobre el estado de la ciencia en los diversos países del continente en base a estas estadísticas, pero no deja de llamar la atención el peso relativo de Chile y Perú, países cuya actividad científica sería ampliamente superada por Brasil, México y aun Venezuela al avanzar el siglo XX.

Las contribuciones de los científicos peruanos representan el 16.1% de los trabajos en la sección de ciencias sociales, el 15% de los trabajos en la sección de ciencias naturales, antropológicas y etnológicas, y el 14.6% de los trabajos en la sección de ciencias médicas e higiene. La participación peruana en otras secciones fue muy baja, y en el caso de ciencias matemáticas fue nula. De esta manera, los trabajos de autores peruanos representan el 9.1 % del total de trabajos publicados en las memorias del Cuarto Congreso Científico.

Comentarios Finales

Las memorias del Cuarto Congreso Científico (1ro. Panamericano) de 1908-1909 presentan una visión panorámica del estado de la

CUADRO 4-3
TRABAJOS PRESENTADOS AL CONGRESO

Sección	Presentados		Publicados	
	N°	%	N°	%
1° Sección Matemáticas Puras y Aplicadas	36	4.9	15	3.3
2° Sección Ciencias Físicas y Químicas	70	9.4	50	11.1
3° Sección Ciencias Naturales, Antropológicas y Etnológicas	81	10.9	40	8.9
4° Sección Ingeniería	78	10.5	31	6.9
5° Sección Ciencias Médicas e Higiene	120	16.2	83	18.5
6° Sección Ciencias Jurídicas	25	3.4	13	2.9
7° Sección Ciencias Sociales	128	17.3	87	19.3
8° Sección Ciencias Pedagógicas	160	21.5	83	18.4
9° Sección Agronomía y Zootecnia	44	5.9	48	10.7
Total	742	100.0	450	100.0

Nota: Los trabajos anunciados fueron hasta 1,000 pero la cifra fue reducida por la Comisión Organizadora a 742.

CUADRO N° 4-4
TRABAJOS PUBLICADOS EN LAS MEMORIAS DEL CONGRESO, POR PAIS Y
SECCION

Sección										
País	Matemáticas Puras y Aplicadas	Ciencias Físicas y Químicas	Ciencias Naturales, Antropológicas y Etnológicas	Ingeniería	Ciencias Médicas e Higiene	Ciencias Jurídicas	Ciencias Sociales	Ciencias Pedagógicas y Filosofía	Agronomía y Zootecnia	Total
Argentina	2	16	7	17	22	--	13	1	31	109
Bolivia	--	--	1	--	1	--	1	2	1	6
Brasil	--	1	4	--	--	1	1	1	--	8
Colombia	--	--	2	--	--	--	2	1	2	7
Costa Rica	--	--	--	--	--	--	1	1	--	2
Chile	10	20	12	7	33	9	40	58	6	195
Cuba	--	1	--	--	--	--	--	--	--	1
Estados Unidos	3	9	6	5	5	1	9	4	4	46
Guatemala	--	--	2	--	5	1	--	--	--	2
México	--	2	1	1	8	1	5	8	1	27
Panamá	--	--	--	--	1	--	--	1	--	2
Perú	--	1	5	1	12	1	14	4	1	39
Republica Dominicana	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1
Salvador	--	--	--	--	--	--	--	1	--	1
Uruguay	--	--	--	--	1	--	--	--	2	3
Honduras	--	--	--	--	--	--	--	1	--	1
Total	15	50	40	31	83	13	87	83	48	450

actividad científica de America Latina y, en mucho menor medida, de los Estados Unidos durante el primer decenio del presente siglo. Un análisis preliminar de este material apunta en la dirección de una incipiente pero vigorosa actividad científica en la región, y apoyaría la hipótesis de que en ese período la distancia que separaba a la actividad científica latinoamericana de las fronteras del conocimiento podría haber sido menor que la distancia que existe en la actualidad.

Las intervenciones de los delegados al Congreso muestran también que se tenía una clara conciencia de la importancia de la ciencia para el progreso material, social e intelectual; que se aceptaba plenamente la necesidad de darle un carácter "americano" a la empresa científica de la época; y que se intuía que las relaciones entre ciencia y política se irían estrechando con el correr de los años. Además, el Cuarto Congreso Científico puede considerarse como uno de los primeros intentos de conformar una comunidad científica en el ámbito continental.

Capítulo 5

UN DECENIO DE TRANSICIÓN: CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN AMÉRICA LATINA DURANTE LOS AÑOS SETENTA

La toma de conciencia sobre la importancia de la ciencia y la tecnología para el desarrollo se produjo en América Latina y el Caribe durante el decenio de 1960. Si bien es cierto que algunos países habían iniciado labores en el campo de la política científica con anterioridad, se podría tener como puntos de partida la Conferencia sobre la Ciencia y la Tecnología al desarrollo de América Latina (CASTALA) organizada por la UNESCO en 1965, la creación de la Unidad de Desarrollo Tecnológico en la Organización de Estados Americanos (OEA) en 1966, y el informe sobre política científica preparado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) en 1966. Sin embargo, es difícil describir el estado de la ciencia y la tecnología en la región durante el decenio de los sesenta, ya que los datos cuantitativos al respecto son escasos y la mayor parte de la información con que se cuenta es de carácter cualitativo e impresionista. -

Otro problema para efectuar un diagnóstico regional es el de la compatibilidad de los datos. Dado que no existen definiciones universalmente aceptadas para las actividades científicas y tecnológicas, la interpretación de conceptos tales como: investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental, ubicación institucional y sectores de aplicación varía de país a país; y aún dentro del mismo país con el correr del tiempo.

Sin pretender ofrecer un esquema explicativo de lo sucedido en los años sesenta, intento realizado en otros trabajos,¹ es posible resumir

1. Véase por ejemplo, F. Sagasti y M. Guerrero, *El Desarrollo Científico y Tecnológico de América Latina*, Buenos Aires, 1974; y Francisco Sagasti, *Ciencia y Tecnología y Desarrollo Latinoamericano*, México D.F., Fondo de Cultura Económica, 1981

un conjunto de características estructurales que tipifican la situación científica y tecnológica de América Latina en los años sesenta: escasez de recursos humanos altamente calificados, insuficiencia de recursos financieros, deficiencias en la infraestructura institucional para ciencia y tecnología, y desequilibrio entre los flujos de tecnología importada y tecnología generada localmente. Cada una de ellas se examinará brevemente.

Escasez de recursos humanos altamente calificados. El decenio de los sesenta en América Latina y el Caribe se caracteriza por una explosión de la matrícula en educación superior. Entre 1960 y 1970 el número de alumnos matriculados en universidades se triplicó, alcanzándose una tasa media de crecimiento del 11.5% anual en el número de estudiantes universitarios. Esta tasa de crecimiento fue mayor que la de la población, por lo que se aprecia un alza significativa en la tasa bruta de matrícula universitaria. Sin embargo, este crecimiento no se tradujo en un aumento proporcional en el número de investigadores y profesionales dedicados a la ciencia y la tecnología, y la escasez de recursos humanos altamente calificados se mantuvo en el ámbito científico y tecnológico.

A este acelerado crecimiento de la población universitaria se añade el hecho de que el porcentaje de alumnos matriculados en disciplinas científicas también aumentó significativamente. Sin embargo, pese a este crecimiento en el número de alumnos matriculados en centros de educación superior, y de la duplicación del porcentaje de alumnos en campos de ciencia y tecnología entre 1957 y 1965, es necesario destacar que el crecimiento acelerado de la matrícula universitaria se obtuvo, en muchos casos a costa de la calidad de la enseñanza impartida, ya que el número de docentes y las facilidades físicas no se expandieron en la misma proporción.

Las actividades de investigación en las universidades latinoamericanas fueron muy escasas y en muchos casos inexistentes. La limitación crítica de recursos y el enfoque tradicional de la educación universitaria llevaron a que la investigación jugara un papel secundario en la mayoría de universidades de la región. Por ejemplo, a finales de la década de los sesenta y principios de la del setenta, el gasto en investigación realizado por las universidades peruanas representaba tan sólo el 5.5% de su presupuesto, y en Colombia en 1972 este gasto apenas llegó al 4.8% del presupuesto nacional de educación superior.

Durante los años sesenta las posibilidades de acceder a programas de postgrado en la región, que son el camino para dedicarse a las tareas de investigación, eran muy limitadas. Por ejemplo, en México

en 1970 sólo existían 13 instituciones donde se ofrecían programas de post-grado, éstas eran casi inexistentes en el Perú y en el Brasil recién comenzaban a expandirse. Esto llevó a la gran mayoría de estudiantes de post-grado a buscar centros de instrucción fuera de la región, principalmente en los Estados Unidos.

Otro fenómeno que limitó la consolidación de una base de recursos humanos altamente calificados para ciencia y tecnología fue lo que se denomina la "fuga de talentos", que se manifestó con gran fuerza durante el decenio de los sesenta. Al respecto cabe mencionar que entre 1961 y 1972 el personal altamente calificado que emigró de América Latina hacia los Estados Unidos, Canadá y el Reino Unido superó las 35 mil personas, representando un costo aproximado de 6,700 millones de dólares para la región.² Si se incluyen otras profesiones de carácter técnico, estas cifras llegarían a las 61,000 personas.³

Por último, no se cuenta con estadísticas confiables referidas al personal involucrado en actividades de investigación y desarrollo (I&D) para el decenio de los sesenta. Sólo a partir de 1968-1970, gracias a los esfuerzos de la UNESCO y la OEA, se empieza a contabilizar sistemáticamente al personal científico y técnico en los países de la región. Sin embargo, las primeras cifras estimadas indican que el número de científicos e ingenieros en I&D fue muy bajo para la región en conjunto. Así, los estimados de la OEA para el principio de los sesenta indican que América Latina alcanzaba un nivel promedio de 0.5 científicos y técnicos por 10,000 habitantes, lo que representa una décima parte de la cifra correspondiente para los Estados Unidos.

Insuficiencia en la asignación de recursos financieros. No existe información estadística confiable sobre recursos financieros destinados a actividades científicas y tecnológicas durante el decenio de los sesenta en la mayoría de los países de la región. Sin embargo, es posible señalar algunas características generales de la magnitud del esfuerzo científico y tecnológico durante el período.

Se ha estimado que hacia 1963 el gasto en I&D realizado por América Latina y el Caribe en conjunto fue del orden de 200 millones de dólares, aproximadamente el 0.2% del producto bruto de la región, re-

2. UNCTAD: "La transferencia inversa de tecnología: dimensiones, efectos económicos y cuestiones de política", Ginebra, 1975.

3. Robert Myers, "The Flight of Talent", *The IDRC Reports*, Vol. 11, No. 2, July 1982, p. 8.

presentando apenas US\$ 0.7 por habitante. En ese mismo año, la mayor parte de los países desarrollados destinaban más del 1% de su presupuesto a I&D, lo que determinó que su gasto per cápita fuese sustancialmente mayor que el latinoamericano (en el caso de los Estados Unidos éste fue 1.00 veces mayor).

Por otra parte, la mayoría de los fondos para actividades científicas y tecnológicas —y para investigación y desarrollo en particular— provinieron en el decenio de los sesenta del sector público, canalizándose en gran medida a través de las universidades. Alrededor de 1962/1963, en seis países de América Latina el sector público gastaba aproximadamente el 54% de recursos financieros para actividades científicas y tecnológicas (investigación, difusión, docencia técnica); los centros de educación superior el 44%, y el sector privado sólo el 2%. Si se considera sólo las actividades de investigación, la participación de las universidades en el gasto sube a más de 80%.⁴

Deficiencias en la infraestructura institucional. Las deficiencias en la infraestructura institucional para ciencia y tecnología durante los años sesenta se manifestaron de múltiples formas. En primer lugar, se aprecia la falta de institucionalización para la política científica y tecnológica. Durante la mayor parte del decenio, los países latinoamericanos (a excepción de Brasil y Uruguay) no contaron con organismos centrales de política y planificación científica y tecnológica. Hacia fines de este período, algunos países de la región establecen estos organismos: Chile en 1967, y Argentina, Colombia, Perú y Venezuela en 1968. Aún así, al comenzar la década del setenta sólo 7 de 25 países de América Latina y el Caribe contaban con organismos centrales de política y planificación científica y tecnológica.

En segundo lugar, los servicios de información y documentación científica y técnica existían sólo en forma incipiente en algunos países de la región (Argentina, Brasil, Chile, Paraguay, Uruguay). Además, se puede afirmar que no cumplieron "un rol muy importante de vinculación entre los núcleos de generación del conocimiento y los utilizadores del mismo", debido a "su escasa vinculación institucional y operacional con dichos núcleos".⁵ En lo que se refiere a los servicios de

4. Organización de Estados Americanos (OEA), Departamento de Asuntos Científicos. "Situación actual del desarrollo científico y tecnológico: implicaciones al nivel de política y estrategia, Parte 5", Washington D.C., 1969.

5. Organización de Estados Americanos, *Op. cit.* 24.

asistencia técnica y de extensión durante los años sesenta, el diagnóstico de la OEA mencionado anteriormente señala que estos tuvieron un impacto muy reducido en la actividad productiva.

El tercer lugar, y aunque no se dispone de cifras estadísticas sobre el número de firmas de consultoría e ingeniería de diseño para el período en cuestión, es posible afirmar que la capacidad de consultoría e ingeniería organizada en la región fue muy limitada, sobre todo en comparación con la demanda por estos servicios que generó el gran número de proyectos de inversión que se pusieron en marcha en los países latinoamericanos y del Caribe a lo largo de los años sesenta.

Una cuarta manifestación de las deficiencias en la infraestructura institucional se refiere a la desproporción que existía en la distribución de institutos y personal científico y técnico por un lado, y la distribución de gastos en I&D por otro, entre los sectores de gobierno, productivo, y de enseñanza superior. Mientras que en el sector de enseñanza superior se agrupaban más de la mitad de los institutos de investigación y del personal científico y técnico, sólo un quinto del total de gastos en I&D era realizado por este sector. Este desequilibrio en la distribución de los recursos de I&D agravó el problema de la fragmentación del esfuerzo científico que caracterizaba a la mayor parte de los países latinoamericanos en la década de los sesenta.

La fragmentación del esfuerzo científico-tecnológico se refiere a la existencia de un número muy grande de centros de investigación en relación al número de investigadores y al monto de los recursos financieros. Sagasti y Guerrero⁶ estiman que a finales de la década de los sesenta y principios de los setenta, los países latinoamericanos contaban en promedio con menos de 20 investigadores por institución. Por otro lado, Herrera⁷ estimó que el nivel mínimo de investigadores por institución para contar con un sistema científico y tecnológico viable era 25 para un centro de investigación básica y 60 para un centro de investigación aplicada.

Por último, otras deficiencias del marco institucional para ciencia y tecnología en los años sesenta incluyen, entre otras, la insuficiencia de programas de postgrado dentro de la región; la casi inexistente participación del sector privado como fuente de recursos para investigación; la limitación de las actividades científicas y tecnológicas

Cu F, Sagasti y M. Guerrero, *Op. cit.*

7. A. Herrera, *Ciencia y Política en América Latina*, Ivlexico Siglo XXI, Editores, 1970.

del sector productivo a labores de mantenimiento, control de calidad y en algunos casos de adaptación; y el aislamiento casi total de los centros de investigación tecnológica del gobierno, con la posible excepción de algunos en el sector agropecuario.

Desequilibrio entre los flujos de tecnología importada y generada Idealmente. El desequilibrio entre los flujos de tecnología local e importada se estimó a principios de los setenta comparando los gastos locales en I&D con los pagos por tecnología extranjera. Si bien esto representa una cruda aproximación a la naturaleza y magnitud de la relación entre ambos flujos, es interesante mencionar que hacia 1970 los pagos por tecnología superaban ampliamente a los gastos en I&D para la mayoría de los países de la región para los que se disponía de información.⁸

Otros indicadores empleados para estimar el desbalance entre estos flujos fueron la procedencia de las patentes registradas en los países. A lo largo de los años sesenta estas se concentraron en manos extranjeras, y hacia 1970 el porcentaje de patentes registradas por extranjeros era 93.9% en Chile, 97.45% en Perú y 97.5% en Venezuela.

El desequilibrio entre los flujos de tecnología importada, y generada localmente no es tan grave si la importación masiva de tecnología no tuviera los efectos negativos que la han caracterizado en la región. Entre ellos se puede mencionar: lo inadecuado de las tecnologías adquiridas en el exterior a las características de los países de la región (reducido tamaño del mercado interno, limitaciones en la disponibilidad de capital, escasa calificación de la mano de obra, productos y tecnologías orientadas hacia sectores de altos ingresos, etc.); los altos costos explícitos e implícitos en que se incurre; y los problemas referidos a la pérdida de control por parte del comprador de tecnologías. Sin embargo, el efecto negativo más importante de la importación indiscriminada de tecnología es sin duda el que esta limita la demanda del sector productivo por tecnología de origen local y dificulta la vinculación del sector productivo con el sistema científico-tecnológico.

Como consecuencia de este conjunto de características, durante los años sesenta, la actividad científica y tecnológica en la región estuvo marginada del proceso de desarrollo de las sociedades latinoamericanas. Este aislamiento se debió en cierta medida a la inexistencia de políticas nacionales que integrasen el sistema científico-tecnológico con el resto

8. F. Sagasü y M. Guerrero, *Op. cit.* (pág. 136).

de la sociedad, orientando sus esfuerzos a solucionar las necesidades prioritarias y satisfacer la demanda de tecnología. Por otra parte, la escasa magnitud y fragmentación del esfuerzo científico y tecnológico, la falta de mecanismos para reorientar esta demanda hacia fuentes locales y la inexistencia de medidas para regular la importación de tecnología, acentuaron este divorcio. En consecuencia, las actividades de investigación y desarrollo en la región fueron más científicas que tecnológicas, orientándose en su mayoría hacia la investigación básica en institutos ligados a la educación superior.

Completando esta perspectiva de los años sesenta, es interesante citar las conclusiones del informe que Máximo Halty preparó para la OEA en 1969.⁹

"La investigación científica y técnica es financiada casi en su totalidad por el estado; se realiza casi de manera exclusiva en entidades gubernamentales y universidades, mientras casi no existe investigación por parte de empresas privadas; su magnitud es completamente insuficiente; no está relacionada con la economía y su orientación, desde el punto de vista temático, no contempla los problemas planteados al sistema de producción. Debido a estas razones, la investigación no alcanza el nivel necesario ni se le da la importancia exigida por la magnitud de los problemas de desarrollo en América Latina."

De los sesenta a los ochenta: principales cambios en el decenio de los setenta

La impresión que dejaba la situación de la ciencia y la tecnología en la región al finalizar el decenio de los sesenta, era de un esfuerzo científico y tecnológico incipiente, caracterizado por una comunidad científica en formación, en la cual unos pocos pioneros jugaban un papel protagónico; por un predominio casi absoluto de la importación indiscriminada de tecnología; y por una falta de reconocimiento de la importancia de la ciencia y la tecnología por parte de los gobiernos. Se percibía una cierta disposición a tratar el problema científico y tecnológico de la región como un todo, sin establecer diferencias entre los niveles de avance de los distintos países, pese al mayor avance de Argentina y, en menor medida, de México y Brasil. La concepción del desarrollo cien-

9. Organización de Estados Americanos (OEA), *Op. cit.*, p. 13.

tífico y tecnológico asumía que al aumentar el número de investigadores y los recursos para investigación sería posible crear una capacidad científica propia, y que ésta llevaría automáticamente hacia el desarrollo tecnológico y la innovación.

Al final de los setenta el panorama había cambiado. Los esfuerzos de desarrollo científico y tecnológico empezaron a rendir frutos y a consolidarse, continuó la expansión acelerada de la formación de profesionales universitarios, se incrementaron las asignaciones para ciencia y tecnología, y la comunidad científica y tecnológica continuó estructurándose de manera orgánica. Los investigadores individuales fueron sustituidos por equipos de investigación, se aceleró la institucionalización de la investigación científica y tecnológica, se tomó conciencia de los problemas asociados a la transferencia de tecnología, y los gobiernos empezaron a prestar mayor atención al desarrollo científico y tecnológico. Surgieron claras diferencias en los niveles de desarrollo científico y tecnológico en la región, y se reemplazó la percepción global por una que diferenciaba entre países y grupos de países. Más aún, la concepción lineal del desarrollo científico y tecnológico dio paso a una perspectiva más compleja, en la que la importación de tecnología, la demanda por conocimientos científicos y técnicos, y la estructura del aparato productivo juegan un papel importante al lado de la investigación científica y el desarrollo experimental.¹⁰

En el campo de los *recursos humanos* continuaron las tendencias expansivas de los años sesenta, lo que estuvo asociado con una masticación y deterioro de la enseñanza universitaria; se ampliaron los programas de postgrado (por ejemplo, en México las instituciones con programas de postgrado pasaron de 13 en 1970 a 98 en 1981, con 1,232 programas de especialización, maestría y doctorado en este último año); cambiaron los patrones de migración de profesionales y científicos, con el aumento de la migración intrarregional debido a factores políticos y económicos y la disminución relativa de la emigración hacia fuera de la región; y empezó a cobrar interés el tema de los derechos humanos de los científicos.¹¹

Sin embargo, tal como había sucedido en el decenio anterior, el aumento masivo de la población universitaria en los setenta no se

10. Para un análisis de estos cambios conceptuales, véase F. Sagasti: *Ciencia, Tecnología y Desarrollo Latinoamericano*, México, Fondo de Cultura Económica, 1981.

11. Véase Eric Stover y K. McCleskey, *Human Rights and Scientific Cooperation*, Washington D.C., American Association for the Advancement of Science, 1981.

tradujo en un incremento proporcional en el número de investigadores. En forma aproximada, puede decirse que de 30,000 investigadores en la región a mediados de los sesenta se pasó a 55,000 a mediados de los setenta, y que al iniciar los ochenta es probable que se cuente con alrededor de 80,000 investigadores. Esta última cifra equivaldría a unos 230 investigadores por cada millón de habitantes, cifra 20 veces menor que la prevaleciente en los Estados Unidos a mediados de los setenta.

Se puede apreciar, también, un crecimiento acelerado en la asignación de recursos financieros para ciencia y tecnología en América Latina y el Caribe durante el decenio de los setenta, pero esta apreciación global esconde grandes diferencias al interior de la región. Brasil, Venezuela y México mostraron las tasas de crecimiento más altas, mientras que el resto de países aumentó los recursos financieros para ciencia y tecnología en forma moderada y aun marginal. De esta forma, de alrededor de 200 millones de dólares para investigación científica y tecnológica a mediados de los sesenta, la región pasó a 1,000 millones de dólares a mediados de los setenta, y al iniciar los ochenta esta cifra probablemente llegue a los 3,000 millones de dólares, si bien el crecimiento en dólares constantes sería menos espectacular. El gobierno continuó siendo la principal fuente de financiamiento para ciencia y tecnología, pese a lo cual el sector privado y las empresas públicas aumentaron significativamente su participación en el financiamiento particularmente en Brasil y México. Además, si se contabilizaran las inversiones que el sector productivo hace en innovaciones menores y adaptación de tecnología, el financiamiento del sector productivo para ciencia y tecnología sería aún mayor.

La *infraestructura institucional* para ciencia y tecnología se expandió también en forma acelerada. A fines de los setenta casi todos los países de la región tenían consejos nacionales de ciencia y tecnología o unidades especializadas en el tema en sus organismos de planificación; aumentó el número de centros de investigación lo cual, en cierta medida, acentuó la fragmentación del esfuerzo científico y tecnológico estableciéndose diferencias entre un gran número de centros pequeños y unos pocos centros grandes que concentran personal y recursos; se consolidaron y surgieron nuevas instituciones públicas dedicadas a promover y realizar actividades científicas y tecnológicas; se amplió el número y el tamaño de las empresas consultoras y de ingeniería, sobre todo en los países grandes; y se crearon entidades gubernamentales para regular la importación de tecnología, y para proporcionar servicios técnicos a la industria, minería y agricultura. Sin embargo, pese a estos significativos

avances en el campo institucional, la impresión general que permanece a nivel de la región, con claras y evidentes excepciones, es de una fragilidad institucional, producto de la inestabilidad política y económica, del excesivo celo burocrático en las entidades públicas, y de la gran influencia y peso de unas pocas personas en cada institución, cuyo alejamiento frecuentemente crea serios problemas al no contarse con reemplazos del mismo nivel.

Los cambios en el *comercio de tecnología* han sido muy visibles en el decenio de los setenta. La creación de registros de contratos de licencia, y la importancia que se dio a la legislación sobre transferencia de tecnología tuvieron un impacto significativo en toda la región. El énfasis en la regulación de la importación de tecnología fue desplazándose gradualmente de los aspectos legales (eliminación de restricciones), a los económicos (reducción de costos), y a los tecnológicos (acceso a conocimientos). Los países más grandes empezaron a exportar servicios de ingeniería, plantas industriales y servicios de consultoría, principalmente a otros países de la región; la inversión extranjera directa fue perdiendo importancia relativa como canal de transferencia, si bien las empresas transnacionales continuaron ejerciendo una influencia definitiva sobre la estructura tecnológica del aparato industrial latinoamericano; y la importación de bienes de capital surgió como el canal más importante para la transferencia de tecnología.

Es interesante notar que el *balance entre importación y generación de tecnología* fue cambiando significativamente durante el decenio de los setenta. Si bien no es posible hacer comparaciones entre costos de importación de tecnología y gastos de investigación y desarrollo para el decenio de los setenta (como se ensayó hacerlo para los sesenta) para apreciar este balance¹² existen indicios que apuntan en la dirección de un mayor esfuerzo local. Por ejemplo, las empresas públicas brasileñas gastaban, a fines de los 70, casi dos veces más en generar tecnología que en importarla.¹³

Los avances en el estudio y la *conceptualización del proceso de desarrollo científico y tecnológico* en la región fueron significativos durante el decenio de los setenta. Se estudiaron las condiciones para el

12. Se ha tomado conciencia que la complejidad de los canales de transferencia no permite igualar pagos por regalías con el costo de la importación de tecnología, tal como se asumía hace unos años para estimar este balance.

13. Véase E. Paulinyi y C. Costa, "O Esforço Tecnológico na Gran Empresa Estatal", VI Simposio de Pesquisa em Administracao de Ciencia y Tecnologia, Sao Paulo, Facultad de Economía e Administración, Universidad de Sao Paulo, 1981.

diseño de políticas tecnológicas y los instrumentos de política para su aplicación¹⁴; se profundizó en el conocimiento de los procesos de cambio técnico¹⁵; se avanzó en el estudio de la historia de la ciencia y la tecnología en América Latina; y se hicieron contribuciones teóricas importantes sobre el papel de la ciencia en el desarrollo. Por otra parte, América Latina adoptó una posición de liderazgo en las negociaciones internacionales sobre ciencia y tecnología, incluyendo el Código de Conducta sobre Transferencia de Tecnología en UNCTAD, el Código sobre Empresas Transnacionales de la ONU, la revisión del Sistema Internacional de Patentes, y la Conferencia de Naciones Unidas sobre Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, realizada en Viena en 1979.

Las diferencias intrarregionales. La profundización de las diferencias en la capacidad científica y tecnológica de los diferentes países de América Latina y el Caribe ha sido uno de los principales rasgos de la evolución de la región en este campo durante el decenio de los 70. Puede identificarse claramente tres grupos: los tres países grandes, los países andinos incluyendo a Chile, y el resto de países de Centroamérica, el Caribe y Sudamérica.

Entre los países grandes, Argentina mostró un cierto estancamiento en el desarrollo de su capacidad científica y tecnológica, debido principalmente a factores económicos y políticos, que relegaron la preocupación por la ciencia y tecnología a un segundo plano y propiciaron la emigración de personal altamente calificado. Brasil registró un crecimiento espectacular en todos los órdenes del quehacer científico y tecnológico y superó a la Argentina en muchos campos exceptuando áreas específicas como la energía nuclear.¹⁶ El crecimiento del gasto, brasilero en actividades científicas y tecnológicas ha sido impresionante y se han multiplicado las fuentes de financiamiento y los recursos asignados por el

14. Véase F. Sagasti, *Ciencia y Tecnología para el Desarrollo: Informe Comparativo Central del Proyecto STPI*, Bogotá, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, 1978.

15. El Programa BID/CEPAL/PNUD/CIID sobre estudios del cambio técnico, dirigido por Jorge Katz, ha producido alrededor de 50 valiosas monografías sobre el tema.

16. El crecimiento de la industria militar brasileña, con exportaciones que actualmente se calculan entre los 1.25 y 2.0 miles de millones de dólares, es un caso especial de éxito en el desarrollo de una capacidad científica y tecnológica a fines de los sesenta y durante los setenta.

Véase Renato P. Dagnino "O Papel do Estado no Desenvolvimento Tecnológico e a Competitividade das Exportações do Setor Armamentos Brasileiro": mimeo, (versión preliminar), s.f.

gobierno. Por su parte, México ha continuado con un programa de expansión de su infraestructura científica y tecnológica, particularmente a través de la preparación de recursos humanos altamente calificados. Estos tres países se distanciaron del resto de América Latina, y cuentan ya con una comunidad científica y tecnológica viable que podría considerarse en camino de consolidación.

Los países de la zona Andina mostraron un crecimiento moderado y aun vegetativo en sus actividades, con la excepción de Venezuela que a mediados de los setenta incrementó notablemente la asignación de recursos financieros para ciencia y tecnología e inició un ambicioso plan de formación de recursos humanos de alto nivel. Colombia continuó con la expansión gradual de sus actividades en el campo de la ciencia y la tecnología; Perú puso énfasis en el desarrollo de una capacidad tecnológica en el sector público y los sectores productivos, y descuidó el ámbito universitario; Chile sufrió un brusco descenso en su nivel de actividad científica y tecnológica hacia mediados del decenio, y una recuperación posterior al terminar éste; y Ecuador y Bolivia no registraron cambios apreciables con respecto a la situación prevaleciente al final de los sesenta.

Los países centroamericanos avanzaron lentamente en relación con el decenio anterior. Costa Rica y Guatemala aumentaron su nivel de actividad a un ritmo mayor que el registrado históricamente, pero las dificultades políticas y económicas del resto de países no permitieron hacer grandes esfuerzos, pese a la toma de conciencia sobre el problema que ha experimentado la subregión. Estos comentarios pueden extenderse también al caso del Caribe, con la excepción de Cuba. Por otra parte, la situación en Uruguay no ha cambiado en forma apreciable, mientras que Paraguay ha registrado una mayor actividad en el campo de la ingeniería como resultado de los grandes proyectos hidroeléctricos en ejecución.

Por último, es interesante examinar la medida en que el tamaño relativo de los países de la región se relaciona con las diferencias en el potencial científico y tecnológico. En términos generales, existe una estrecha relación entre la proporción total de la población por un lado, y la matrícula universitaria, los autores científicos y el número de investigadores por otro, si bien los países grandes concentran una proporción mayor de los graduados universitarios (73%) y del financiamiento (77%) en relación con el peso relativo de su población (61.8%). Los países andinos muestran una proporción relativamente menor de los graduados universitarios (16.3%), investigadores (18.7%), y gastos de investigación (15.1%) en relación con el porcentaje que representa su

población (23.2%), mientras que cuentan con una proporción relativamente mayor en la matrícula universitaria (27.3%) y el número de autores científicos (28%;). América Central muestra indicadores del esfuerzo científico y tecnológico todos por debajo de su proporción de la población, y el Caribe y los otros países de la región muestran una correspondencia bastante cercana entre su porcentaje de la población y los otros indicadores.

Problemas y perspectivas para los ochenta

Los problemas y las perspectivas de América Latina y el Caribe en ciencia y tecnología durante el decenio de los ochenta y sus proyecciones hasta fin de siglo, se derivan en parte de la dinámica de los cambios que han ocurrido en la región en los últimos 20 años, así como del nuevo contexto socioeconómico nacional e internacional, y de los avances científicos y tecnológicos a nivel mundial. Tomadas en conjunto, estas tres fuentes de influencia definen las limitaciones y las posibilidades para el desarrollo de una capacidad científica y tecnológica que se adecúe a los retos del futuro.

Entre los problemas que continuarán requiriendo atención, se tiene la formación de investigadores, técnicos, profesionales, funcionarios gubernamentales, y empresarios que puedan participar activamente en el proceso de desarrollo científico y tecnológico. Conformar esta amplia base de personal calificado requiere de programas de postgrado locales de alta calidad académica. A su vez, esto precisa de una fuerte inversión de recursos financieros y un mínimo de 15 años, la mitad de los cuales son necesarios para formar un equipo de profesores-investigadores en universidades extranjeras y la otra mitad para que éstos establezcan programas de postgrado locales. Es decir, en el mejor de los casos, la creación de una base de recursos humanos en los campos seleccionados es una tarea costosa y de largo plazo. Hasta el momento sólo cuatro países la han emprendido en la región: Argentina a fines de los cincuenta, Brasil a mediados de los sesenta, México a principios de los setenta y Venezuela en la segunda mitad de los setenta. El resto de los países aún no ha iniciado este proceso de inversiones masivas en la formación de recursos humanos de alto nivel, y es dudoso que cuenten con suficiente financiamiento y con una demanda sostenida por actividades científicas y tecnológicas locales que les permita realizar este esfuerzo en forma independiente, al menos en el mediano plazo.

Las transformaciones en el comercio de tecnología en América

Latina y el Caribe también continuarán demandando atención. Será necesario regular la importación de tecnología a través de bienes de capital y reorientar la demanda de estos bienes hacia proveedores de la región; los países medianos y pequeños considerarán conveniente establecer normas para el comercio intrarregional de tecnología, con el fin de reforzar su posición en las transacciones tecnológicas que efectúen con los países más grandes que se han convertido en exportadores de tecnología; deberá realizarse una evaluación permanente de las contribuciones de las empresas transnacionales al desarrollo científico y tecnológico regional, particularmente debido a que la inversión extranjera directa está perdiendo importancia relativa frente a la intervención de la banca transnacional; la selección y evaluación de tecnología importada, el refuerzo de la capacidad de negociación, y la mejora del acceso a la información requerirán atención preferencial por parte de los compradores de tecnología; por último, será necesario examinar cuidadosamente la complementariedad y el balance entre la importación y la generación local de tecnología en actividades específicas.

Los problemas asociados con el establecimiento y consolidación de una capacidad para generar tecnologías seguirán vigentes y adquirirán mayor importancia en la medida que los costos asociados con la importación y la generación de tecnología continúen aumentando. La selección de áreas y campos en los cuales se desarrolle una capacidad de investigación y desarrollo experimental, y la racionalización de las actividades existentes recibirán atención preferencial por parte de las entidades que financian actividades científicas y tecnológicas, particularmente en los países que invierten cuantiosos recursos. Asimismo, surgirá un mayor interés por la productividad de la investigación, y por la administración más eficiente de las actividades científicas y tecnológicas.

Un tema que empezó a concertar atención en los setenta adquirirá una importancia fundamental en los ochenta: el fomento de la innovación y del cambio tecnológico en la empresa. A su vez, esto está vinculado con la capacidad de adaptación y absorción de tecnología por el sector productivo y con la promoción de la demanda por actividades científicas y tecnológicas locales. En Brasil a principios de los setenta, México a fines del mismo decenio, y Venezuela a principio de los ochenta han surgido entidades financieras con la función de promover la innovación, complementando los esfuerzos por desarrollar una capacidad de generación y de regulación de la importación de tecnología. En la misma línea, la provisión de servicios de ingeniería y consultoría adquirirá mayor importancia, y es probable que los países de la región adopten medidas específicas para proteger sus firmas de ingeniería y consultoría

y, siguiendo el ejemplo de México y Brasil, para fomentar la exportación de servicios en este campo.

Asimismo, el sector productivo empieza a prestar mayor atención a la gestión tecnológica, como lo demuestran los cursos de extensión empresarial sobre el tema que se han multiplicado rápidamente en algunos países de la región, particularmente en Brasil, México y Venezuela.

Un último aspecto que se deriva directamente de los cambios ocurridos en los setenta se refiere al fortalecimiento de la infraestructura institucional. Es poco probable que se amplíe de manera significativa el número de instituciones gubernamentales, empresariales y educativas que se dedican a las actividades científicas y tecnológicas. Como se indicó anteriormente, estas instituciones han crecido rápidamente en número y se aprecia ya la necesidad de consolidar los avances en este frente. Por lo tanto, es probable que se produzca un proceso de decantación, con la consiguiente consolidación gradual de algunas instituciones, la renovación de otras, la desaparición de algunas, y la creación de algunas que complementen la infraestructura institucional existente a principios de los ochenta.

El segundo conjunto de factores que ejercerá influencia sobre las perspectivas de la ciencia y la tecnología latinoamericanas se refiere al contexto socioeconómico, tanto en el ámbito internacional como en los países que conforman la región. En el plano internacional, particularmente en las economías de los países industrializados, se anticipa un largo período de bajo crecimiento, de "ajuste estructural" asociado con el cambio de la composición del producto, de alta inflación y de desempleo persistente. Un informe de la Organización de Cooperación Económica y Desarrollo plantea que:

Es aparente que las condiciones de crecimiento en los países de la OCDE han sido modificadas de manera tan profunda como para hacer poco probable, al menos en el corto y mediano plazo, que las tasas de crecimiento sean más que moderadas... Después de treinta años de un desarrollo rápido y sin precedentes, en el que el crecimiento sostenido tuvo lugar a la par con el pleno empleo, se tiene ahora incertidumbre no sólo con referencia a la tasa de crecimiento que puede lograrse, sino también sobre la capacidad de los instrumentos de política convencionales para reducir inflación y desempleo al mismo tiempo.¹⁷

17. OECD, *Technical Change and Economic Policy*, París, 1980 (p. 13).

Se anticipa que esta situación permanecerá durante casi todo el decenio de los ochenta, y algunas explicaciones la vinculan a un período de baja (downswing) en el marco de los ciclos de largo plazo de Kondratieff.¹⁸ En todo caso, no se espera una rápida recuperación de las tasas de crecimiento en los países industrializados, y el cambio de sistemas tecnológicos que tiene lugar en forma simultánea, permitiría a los países en desarrollo más avanzados, particularmente en América Latina y Asia, alcanzar a los países tecnológicamente más maduros. Esto requeriría un esfuerzo sustantivo y continuo para aumentar la capacidad de generar tecnología y promover la innovación. Asimismo, las oportunidades que podría presentar el rediseño industrial —que anticipa el desplazamiento de algunas industrias intensivas en mano de obra, procesadores de materias primas, intensivas en energía, y contaminantes del medio ambiente— podrían ser aprovechadas por los países de América Latina y el Caribe de manera efectiva, siempre y cuando se tomen las medidas de política y los controles necesarios. Por otra parte, algunos avances en microelectrónica y automatización, que transforman actividades intensivas en mano de obra en actividades intensivas en capital (e.g. automatización) podrían erosionar las oportunidades de los países latinoamericanos más rápidamente de los que estos podrían aprovecharse de ellas.

Lo paradójico es que en una situación internacional como la prevaleciente al iniciar el decenio de los ochenta, en el cual los países latinoamericanos podrían obtener ventajas considerables en caso se adoptara una estrategia para aprovecharse de las dificultades que enfrentan los países industrializados, los ideólogos del liberalismo económico propugnaron la apertura indiscriminada de algunas economías latinoamericanas y la brusca eliminación de los sistemas de protección, sin que se aprecie un esfuerzo paralelo y compensatorio por desarrollar las capacidades científicas y tecnológicas que permitan enfrentar la competencia de los países industrializados y de otros países en desarrollo.

En efecto, la brusca eliminación de esquemas de protección a la industria y la apertura total a los productos importados han conducido al desmantelamiento de parte apreciable del aparato industrial en países como Argentina y Chile. Asociado a la desaparición de ciertas industrias

18. Véase G. Mensch, *Stagnation in Technology*, Cambridge, Mass., Ballinger, 1979; y C. Freeman, J. Clark y L. Soete, *Unemployment and Technical Innovation*, London, Francis Pinter, 1982.

se tiene el desempleo masivo y la perdida de capacidades tecnológicas, las cuales toman muchos años desarrollar y son difíciles de recuperar. Por otra parte, en Argentina se desmanteló totalmente el aparato estatal para regular la importación de tecnología, y en otros países se limitó su campo de acción. Además, los efectos de la apertura financiera y del gran flujo de créditos externos contribuyeron a reducir la demanda por tecnología de origen local, reforzando su orientación hacia el exterior. La abrumante deuda externa reduce considerablemente el margen de maniobra de casi todos los países de la región, y limita las posibilidades de ejercer plenamente una autonomía de decisión en el campo tecnológico.

Además de estas transformaciones en el contexto internacional, se está dando una serie de cambios profundos al interior de la región. Entre ellos se puede mencionar el rápido crecimiento de la población que, unido a las migraciones del campo a la ciudad, ha dado lugar a un proceso de urbanización masiva por el cual más de las tres cuartas partes de la población de América Latina y el Caribe será urbana antes de fin de siglo. Este proceso ha sido acompañado por un aumento del desempleo y el subempleo, con más de la mitad de la población económicamente activa en una de estas dos categorías; por un empobrecimiento generalizado; y por la carencia absoluta o graves deficiencias en la provisión de servicios elementales (salud, vivienda, transporte, educación, etc.) para una proporción cada vez más grande de la población. Esta situación, unida al deterioro del medio ambiente físico en zonas urbanas y rurales, agudizará cada vez más las tensiones sociales, creando condiciones propicias para la proliferación de conflictos sociales y la violencia.

Una de las consecuencias de esta situación será el aumento de la demanda por conocimiento científicos y tecnológicos orientados hacia la mejora de las condiciones de vida en el medio urbano marginal, hacia la generación de empleo, hacia la provisión de servicios a bajo costo, y hacia la conservación del medio ambiente. Adecuar la capacidad científica y tecnológica existente, y dirigir su expansión hacia este nuevo conjunto de problemas sociales, es uno de los problemas centrales que enfrentará la formulación y puesta en práctica de políticas científicas y tecnológicas, sobre todo si se toma en cuenta las limitaciones que impone el contexto internacional y la evolución histórica de la ciencia y la tecnología en la región.

El tercer conjunto de factores que ejercerán una influencia decisiva sobre las perspectivas científico-tecnológicas de América Latina y el Caribe se refiere a los avances científicos y tecnológicos a nivel mun-

dial. Los descubrimientos científicos del último medio siglo, tales como los avances en física del estado sólido y biología molecular, han dado origen a nuevas tecnologías que están transformando la estructura de las actividades productivas. Por ejemplo, el crecimiento de la industria microelectrónica y las numerosas aplicaciones que sus productos están encontrando, alterarán en el mediano plazo el estilo de vida de los países industrializados y afectarán también en gran medida las actividades de los países en desarrollo. Equipos, maquinaria y artefactos que no incorporen procesadores microelectrónicos —cuyo costo se está reduciendo rápidamente— serán considerados obsoletos en unos pocos años, lo que motivará un reemplazo masivo del capital fijo en las economías industrializadas en el decenio de los noventa. Los desajustes que se están produciendo en la estructura ocupacional de los países industrializados como resultado de la "revolución microelectrónica" modificarán los patrones de empleo y consumo, de producción industrial, y de comercio internacional, con efectos significativos pero difíciles de prever para los países en desarrollo.

En forma similar, los avances en biotecnología, particularmente en la inmovilización de enzimas, manipulación del código genético y la microbiología, están afectando un gran número de actividades industriales y agropecuarias, que abarcan desde el mejoramiento de plantas y el procesamiento de alimentos, hasta la producción de antibióticos, pasando por actividades tan disímiles como la concentración de minerales por medio de bacterias, la producción de bioinsecticidas, y el procesamiento de hidrocarburos.

Las tecnologías y actividades productivas que están siendo modificadas por los avances científicos incluyen los nuevos materiales industriales, con el surgimiento de la metalurgia en polvo y la extrusión de cerámica; las telecomunicaciones e informática, con el desarrollo de microprocesadoras y la tecnología espacial; la producción de energía, con la búsqueda de fuentes alternativas y los esfuerzos de conservación; y la medicina, con los adelantos que han ampliado notablemente el conocimiento sobre el cuerpo humano y con los progresos tecnológicos que han expandido la gama de instrumental disponible para diagnóstico y tratamiento.

Estos avances presentan peligros, oportunidades y retos a los países de América Latina y el Caribe. En campos relativamente nuevos, tales como la biotecnología, podría ser posible acercarse rápidamente a las fronteras del conocimiento, estableciendo en forma selectiva una capacidad científica y tecnológica propia que permita generar tecno-

logías basadas en descubrimientos científicos, particularmente en áreas vinculadas a la disponibilidad de recursos naturales (bosques tropicales, hidrocarburos, minerales, recursos agropecuarios). Por ejemplo, el esfuerzo significativo que viene haciendo Brasil desde hace pocos años en el campo de la biotecnología, preparando personal altamente calificado, estableciendo laboratorios, iniciando programas académicos en las universidades, y financiando proyectos de investigación, constituyen un intento serio de aproximarse a las fronteras de la biotecnología. México y Venezuela están iniciando programas en la misma dirección, pero sin alcanzar el nivel de recursos del Brasil.

En los países medianos y chicos de la región sería necesario combinar la elección de áreas de concentración con la cooperación científica y tecnológica. Esto llevaría a unir esfuerzos y superar la masa crítica de personal, equipo y financiamiento que permita, al menos en un limitado número de áreas, generar tecnologías basadas en descubrimientos científicos y llegar a las fronteras del conocimiento.

Es importante recalcar la necesidad de actuar rápidamente para aprovechar las oportunidades que presentan estos nuevos avances, particularmente en el contexto internacional analizado anteriormente. En la actualidad, particularmente en el campo de biotecnología, no existe un control muy cerrado sobre las tecnologías claves por parte de empresas de los países industrializados, pero es muy probable que esta situación cambie en unos pocos años, limitando las oportunidades para los países en desarrollo. Algo similar ha ocurrido en el campo de la microelectrónica, en donde un gran número de pequeñas empresas, responsables por muchos avances significativos en los años cincuenta y sesenta, ha sido reemplazado —en algunos casos por el crecimiento acelerado de estas firmas y en otros por su incorporación a conglomerados— por un número limitado de grandes empresas que ejercen control sobre la tecnología microelectrónica y sus aplicaciones. Razonando por analogía, de no actuar durante el próximo decenio en el campo de la biotecnología es probable que se pierdan oportunidades de manera definitiva.

Es preciso indicar que, independientemente de la estrategia de desarrollo que se elija, no será posible prescindir de los productos del avance científico y tecnológico en campos como la biotecnología. Las opciones reales son: desarrollar la capacidad científica, tecnológica y productiva en América Latina; o comprar las nuevas tecnologías y sus productos en el exterior. De no elegir la primera opción, la región llegaría tarde una vez más al escenario de los avances tecnológicos y las actividades productivas basadas en ellos.

Comentarios Finales

Lo que suceda en ciencia y tecnología desde ahora hasta fin de siglo condicionará fuertemente las posibilidades de desarrollo económico y social de América Latina y el Caribe en la primera mitad del siglo XXI. Pese a los grandes esfuerzos realizados durante el "decenio de transición" de los setenta, aún queda mucho por hacer. Por ejemplo, las inversiones en ciencia y tecnología probablemente han aumentado entre 2.5 y 3 veces desde mediados de los setenta hasta principios de los ochenta, pese a lo cual todavía representan sólo el 1 % del total mundial. En forma similar, la participación regional en el número de científicos y técnicos dedicados a investigación y desarrollo permanece alrededor del 2%. En comparación, la región cuenta con alrededor del 8% de la población mundial y es responsable por aproximadamente el 5% del producto bruto mundial. Esto indica que —como dijo la reina en "A Través del Espejo" de Lewis Carroll— es necesario correr lo más rápido posible para permanecer en el mismo lugar, y al doble de lo posible para adelantar en algo.

Todos los países de la región han llegado a una encrucijada en el decenio de los ochenta, si bien ésta se manifestará de distintas formas para cada uno de ellos. En términos generales, las opciones son distintas para los países grandes, medianos y pequeños de la región. Para Brasil y México las opciones son mantener las altas tasas de crecimiento de las inversiones en ciencia y tecnología y en formación de científicos e ingenieros, o de reducirlas considerablemente. Pese a las crisis financieras que enfrentan estos países, no es probable que se produzca un fuerte retroceso en la asignación de recursos financieros, en parte debido a la toma de conciencia de los gobiernos sobre la importancia de la ciencia y tecnología, y en parte debido a que los científicos y técnicos están empezando a constituirse en grupos de presión con cierta influencia. Sin embargo, aun una disminución en la tasa de crecimiento de la capacidad científica y tecnológica redundará en una pérdida de dinamismo que, ante los avances científicos y tecnológicos mundiales, los haría perder terreno en forma significativa y alejaría las posibilidades de acercarse a las fronteras del conocimiento en los campos elegidos. Argentina es un caso aparte, ya que la inestabilidad política y económica que experimentó este país no permite adelantar juicios sobre las perspectivas en el campo de la ciencia y la tecnología.

Para los países medianos de la zona andina la situación es distinta. Venezuela constituye una excepción parcial, ya que sus opciones,

particularmente en lo financiero, tienen algo en común con las de Brasil y México.¹⁹ Los países andinos confrontan la alternativa de dar un gran salto en cuanto a la formación de personal y la asignación de recursos financieros para llegar, al término de los noventa, a una posición desde la cual puedan beneficiarse de los avances científicos, tecnológicos y productivos en la primera mitad del Siglo XXI; o de mantenerse como hasta ahora, lo que limitaría drásticamente las oportunidades y los ubicaría en una posición subsidiaria por muy largo tiempo. Más aún, la cooperación científica y tecnológica es un imperativo para los países andinos, ya que ninguno puede establecer una comunidad científica y tecnológica viable en forma independiente.

Para la mayoría de los países pequeños de Centroamérica, Sudamérica y el Caribe, las opciones son más duras y simples a la vez: continuar inviniendo escasos recursos en ciencia y tecnología, lo que hace imposible ejercer un mínimo de autonomía en el campo de la ciencia y tecnología; o elegir algunas áreas específicas para concentrar esfuerzos, aumentar significativamente la asignación de recursos, e intensificar la cooperación científica y tecnológica. En cierta medida, Cuba, en investigación agropecuaria y de salud; Costa Rica, en investigación biológica; y Paraguay, en ingeniería de proyectos, demuestran que sería factible adoptar la segunda opción.

Considerando su posición intermedia entre los países de Europa, los Estados Unidos y Japón por un lado, y los países de África y la mayoría de Asia por el otro, América Latina y el Caribe podrían jugar un papel significativo en el escenario científico y tecnológico mundial durante la primera mitad del próximo siglo. Más aún, tomada como conjunto, la región dispone de recursos humanos, recursos naturales, energía, alimentos, mercados y aun de capital para satisfacer sus necesidades y afianzar un proceso de desarrollo endógeno. Esto se ve reforzado por una homogeneidad cultural relativamente alta, sobre todo en comparación con otras regiones del mundo en desarrollo.

Como resultado de los esfuerzos durante los últimos 25 años, y particularmente en el decenio de los setenta, la región cuenta con una capacidad científica y tecnológica susceptible de expandirse rápidamente y de orientarse hacia la plena realización de las posibilidades de desarrollo que se ofrecen a la región. Una de las condiciones necesarias para que

19. Es necesario hacer la salvedad que Venezuela, a diferencia de los países grandes, aún no cuenta con la masa crítica de personal, ni con la magnitud y diversidad de actividades productivas que puedan generar una demanda sostenida por conocimientos científicos y tecnológicos.

estas posibilidades se conviertan en realidad es la formulación de una estrategia regional científica y tecnológica. Esta estrategia debería identificar opciones, señalar limitaciones, sugerir líneas de acción, estimar los recursos requeridos, y aproximarse al cálculo de costos y beneficios; planteando un marco de referencia para la acción nacional y considerando a la cooperación científica y tecnológica como componente esencial y explícito de la estrategia.

Por último, es necesario tomar conciencia que, al finalizar el siglo XX, ningún proceso de desarrollo autónomo es viable si no se cuenta con una capacidad científica y tecnológica endógena en áreas críticas para el país, y que, al mismo tiempo, no se puede establecer esta capacidad a menos que se produzcan profundas transformaciones económicas y sociales en los países de la región²⁰. Entre muchos otros aspectos, esto implica abandonar tanto el liberalismo dogmático como el centralismo burocrático, asociados ambos con regímenes autoritarios. Requiere, además, del ejercicio de la imaginación y el ingenio, pero temperado por el rigor científico y el sentido práctico. Al pensaren el futuro de la ciencia y la tecnología en la región, viene a la mente lo que Simón Rodríguez, el maestro de Simón Bolívar, dijera hace siglo y medio:

¿Dónde iremos a buscar modelos? La America Española es original. Original han de ser sus Instituciones y su Gobierno, Y originales sus medios de fundar unas y otro. *O Inventamos o Erramos.*²¹

20. Francisco Sagasti, *Ciencia, Tecnología y Desarrollo Latinoamericano*, México, Fondo de Cultura Económica, 1981 (véase el epílogo).

21. Simón Rodríguez, *O inventamos o Erramos*, Caracas, Monte Avila, 1980 (p. 151).

HACIA UN FONDO ANDINO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Introducción

El proceso de integración Andina experimenta a mediados del decenio de 1980 una serie de dificultades y problemas que exigen una profunda reorientación del esfuerzo de integración subregional. A los 15 años de establecido el Pacto Andino los mecanismos e instrumentos para crear un mercado ampliado, coordinar políticas económicas y programar el desarrollo industrial, entre otros objetivos, han perdido su vigencia en un contexto internacional muy diferente al que prevalecía al iniciarse los setenta.

Esto se aplica con particular énfasis para las iniciativas de cooperación subregional en ciencia y tecnología. Los impresionantes avances científicos y la aceleración del cambio tecnológico de los últimos 15 años han modificado radicalmente el panorama de la economía mundial, y hacen aún más importante el contar con una capacidad científica y tecnológica propia. Sólo así se podrá buscar una inserción favorable en la nueva división internacional del trabajo que está surgiendo en la actualidad.

En este sentido, considerando además que el proceso de integración económica genera demandas por actividades científico-tecnológicas conjuntas y que, a su vez, las acciones conjuntas en ciencia y tecnología pueden promover el proceso de integración económica, este ensayo propone el establecimiento de un fondo que sería el principal instrumento financiero para promover acciones conjuntas en el campo de la ciencia y la tecnología con el Grupo Andino. El "Fondo Andino de Desarrollo Científico y Tecnológico" apoyaría el fortalecimiento de la capacidad científica y tecnológica de la subregión, y financiaría las actividades

científicas y tecnológicas que se deriven del proceso de integración económica en sus ámbitos agropecuarios, industrial, de infraestructura física y otros similares.

Luego de algunas apreciaciones sobre la situación Andina en ciencia y tecnología, este ensayo describe en detalle los objetivos, características, operación y posibles formas de financiamiento para el Fondo Andino de Desarrollo Científico y Tecnológico.

La situación Andina en ciencia y tecnología¹

Entre 1960 y 1980 la subregión Andina experimentó un crecimiento explosivo de la matrícula en educación superior, la cual aumentó en más de diez veces durante esos veinte años: de alrededor de 100,000 estudiantes universitarios en 1960 se pasó a cerca de 1'200,000 en 1980, y esta cifra ha continuado aumentando. La matrícula en educación superior para la región como conjunto mostró una tasa de crecimiento promedio anual de 13.2% en ese periodo, y las tasas de crecimiento promedio anual correspondientes para cada país fueron: Bolivia 8.4%, Colombia 13.1%, Ecuador 18.4%, Perú 12.1% y Venezuela 13.0%. Es indudable que las altas tasas de crecimiento han repercutido en la calidad de la educación superior, ya que los recursos financieros por estudiante de tercer grado y la relación alumnos por profesor ha ido en continuo deterioro en todos los países andinos.

Pese al crecimiento explosivo de la matrícula en educación superior, alrededor de 1982 sólo se graduaron aproximadamente 90,000 profesionales y científicos en la subregión. La distribución por disciplinas está fuertemente sesgada a favor de las ciencias sociales (62.5% de los graduados), mientras que las ciencias exactas y naturales, la ingeniería y la agricultura toman en conjunto menos de 25% de todos los graduados de la subregión en ese año, y las ciencias médicas concentran el 13% de los graduados. Todo esto indica que —pese al gran aumento de la población de educación superior en la subregión— el número de graduados es relativamente pequeño y sólo el 25% de éstos se gradúa en disciplinas vinculadas a la ciencia y tecnología en campos de interés para el proceso de integración económica subregional.

Al iniciarse el decenio de 1980 la comunidad científica Andina contaba con aproximadamente 15,000 investigadores científicos y tecnológicos. Sin embargo, es necesario aclarar que este número de "inves-

1. Véase Sagasti, Francisco y Cecilia Cook, "Tiempos difíciles: ciencia y tecnología en América Latina durante el decenio de 1980", Lima, GRADE, diciembre de 1985.

tigadores" que registran las cifras de los organismos oficiales se vería considerablemente reducido —posiblemente a la mitad— si se incluyera sólo a quienes trabajan activamente en la producción de conocimientos científicos y tecnológicos. No se disponen cifras sobre la incorporación de científicos en cada año, pero si se toma en cuenta que en 1982 se graduaron alrededor de 21,800 profesionales en las áreas de ciencias exactas y naturales, ingeniería y agricultura, y que la comunidad científica de la subregión se ha ido formando gradualmente a lo largo del tiempo, podría inferirse que el número de graduados que se incorporan anualmente a la actividad de investigación y desarrollo en la subregión es un porcentaje muy pequeño del total de graduados en las diversas áreas de las ciencias.

Puede concluirse que, pese al masivo incremento de la población universitaria de la subregión, no se ha llegado a establecer una comunidad científica de tamaño significativo. Esto sugiere que el Fondo Andino de Desarrollo Científico y Tecnológico debería apoyar la expansión y consolidación de la base de recursos humanos altamente calificados en la subregión. Esta es una tarea muy compleja y difícil, pero el Fondo debería encararla en forma selectiva, estableciendo mecanismos de apoyo financiero a los científicos e ingenieros que se dedican a la investigación.

El Cuadro N° 6-1 indica los gastos totales anuales en investigación y desarrollo (I&D), el porcentaje del producto nacional bruto que éstos representan y el gasto *per cápita* en investigación y desarrollo para los países andinos. Las cifras registradas a comienzos del decenio de 1980 varían desde US\$ 6 millones para Bolivia en 1978 y US\$ 12 millones para Ecuador en 1979, hasta US\$ 317 millones para Venezuela en 1984. Colombia (1982) y Perú (1980) ocupan una posición intermedia con US\$ 43 y US\$ 64 millones, respectivamente. Las diferencias en gastos *per cápita* son también muy significativas: Venezuela gasta alrededor de 16 veces más *per cápita* que Bolivia, 13 veces más que Ecuador, 12 veces más que Colombia y 5 veces más que Perú. Esto indica que el país que mayor apoyo financiero está otorgando al desarrollo de una capacidad científica y tecnológica en la subregión es Venezuela, situación que se deriva en gran medida de su ventajosa situación económica a fines del decenio pasado en comparación con los otros países de la subregión. Sin embargo, las cifras históricas del gasto en I&D para Venezuela aparecen algo infladas debido a la sobrevaluación del bolívar con respecto al dólar americano durante la mayor parte del período analizado.

CUADRO N- 6-1
GASTOS TOTALES EN I&D Y PORCENTAJE DEL PRODUCTO NACIONAL BRUTO
(PNB) QUE ESTOS REPRESENTAN PARA EL GRUPO ANDINO

PAÍSES	MONEDA NACIONAL	AÑO	GASTO EN I&D (en millones)		% DEL PNB	Gasto per cap. (US\$)
			en moneda nac.	enUS\$		
Bolivia	Peso	1978	120.00	6.00	0.07	1.14
Colombia	Peso	1982	2,754.27	42.97	0.15	1.60
Ecuador	Sucre	1979	290.66	11.63	0.13	1.47
Perú (2)	Sol	1980	18,387.10 *	64.23 *	0.30(1)	3.71
Venezuela	Bolívar	1984	1,361.64	316.84	0.39 (2)	18.80

* Cifras estimadas

(1) En relación al PBI

(2) Cifra estimada según el porcentaje de investigadores sobre el número total de científicos en cada sector de ejecución.

Fuente: Francisco R. Sagasti y Cecilia Cook, "Tiempos Difíciles: Ciencia y Tecnología en América Latina Durante el Decenio de 1980", Lima, GRADE, diciembre de 1985.

La distribución de los gastos en investigación y desarrollo por sector de ejecución muestra claramente el predominio del sector público. Los porcentajes vanan desde 51.7% para Colombia hasta el 81.0% para Perú en cuanto a la participación del sector público en el gasto nacional en investigación y desarrollo al iniciarse el decenio de 1980. El sector privado ocupa el segundo lugar para Colombia, Ecuador y Perú. Para Venezuela es muy posible que las universidades ocupen el segundo lugar a pesar de no disponer de información relativa al gasto en I&D en el sector privado, ya que el 21.8% de los US\$ 316.84 millones consignados en 1984 como gasto en IyD corresponde sólo al total del presupuesto ordinario del gobierno destinado al Programa de Investigación en las Universidades. Para Bolivia ha sido imposible determinar el gasto según sectores de ejecución.

Esto indica que la mayoría de los recursos financieros destinados por los países del Grupo Andino a investigación y desarrollo provienen del Tesoro Público y los gastan agencias gubernamentales y empresas públicas —estas últimas en mucho menor medida como se aprecia para Colombia y Perú, únicos países para los cuales se tiene esta información. Por lo tanto el Fondo Andino de Desarrollo Científico y Tecnológico se alimentará principalmente con contribuciones de los gobiernos, ya que es poco probable esperar contribuciones del sector privado y menos aún del sector universitario.

Por otra parte, las cifras nacionales de gastos anuales en investigación y desarrollo proporcionan una indicación del nivel máximo de recursos a que podría aspirar el Fondo Andino. Si el Fondo se constituirá con aportes de los países, es poco probable que los gobiernos de la subregión estén dispuestos a contribuir montos que representen un porcentaje significativo de sus gastos nacionales en investigación y desarrollo.

El Cuadro N° 6-2 proporciona información sobre los pagos por regalías y derechos por parte de los países del Grupo Andino. Se aprecia nuevamente una gran variación en la subregión, ya que Venezuela efectúa pagos en un monto 52 veces mayor al de Bolivia y 20 veces mayor a los de Perú y Colombia. Sorprende que para Ecuador el monto correspondiente a los pagos por transferencia de tecnología hayan ascendido a US\$ 11.8 millones en 1977, último año disponible. Sin embargo, las estadísticas sobre pagos por regalías y derechos son sumamente difíciles de recopilar, por lo que puede esperarse que se den errores significativos en los cálculos de estas cifras. En todo caso, si se acordara utilizar los pagos de regalía como un índice de referencia para cal-

CUADRO N° 6-2
PAGO DE REGALÍAS Y DERECHOS POR PARTE DEL GRUPO ANDINO
(en US\$ millones)

Países	Año	Pago de Regalías
Bolivia	1982	3.00 •
Colombia	1982	7.40
Ecuador	1977	11.80 (1)
Perú	1984	5.03
Venezuela	1982	157.02

(1) Corresponde a pagos por transferencia de tecnología.

Fuentes: Sistema Andino de Información Tecnológica (SAIT) y Comercio Exterior, enero de 1983.

cular los órdenes de magnitud de contribuciones anuales al Fondo de Desarrollo Científico y Tecnológico, no podría esperarse que los países contribuyan al Fondo con montos que sobrepasen un cierto porcentaje de sus pagos anuales por regalías.

En cuanto a la distribución de autores científicos que publican en revistas internacionales, se aprecian grandes diferencias entre los países de la subregión. En 1983 Venezuela (464 autores) contaba con algo más de tres veces el número de autores de Colombia (133), cinco veces más que los de Perú (84), aproximadamente quince veces más que Ecuador (32) y treinta y tres veces más que Bolivia (14). El total de publicaciones de la subregión ha ido aumentando: de 442 autores en 1976 pasó a 727 en 1983, si bien en 1979 se llegó a casi 1,000 autores, debido principalmente al gran salto que dio Venezuela en ese año.

Existe una variación bastante menor en el número de patentes registradas por residentes en los países de la subregión. El porcentaje de patentes registradas por residentes varía entre el 3.3% para Ecuador hasta el 7.9% para Perú, con el resto de los países ubicados entre estos porcentajes. Sin embargo, las cifras en términos absolutos son relativamente pequeñas (4 para Ecuador, 9 para Bolivia, 36 para Colombia, 37 para Perú y 114 para Venezuela) de tal manera que es difícil emplear el número de patentes registradas por nacionales como un indicador de la producción tecnológica subregional.

El Cuadro N° 6-3 presenta un resumen de los indicadores de productividad científica y tecnológica para los países de la subregión —exceptuando a Bolivia. En efecto, se consigna el número de proyectos, de investigadores y el gasto en I&D (en US\$ millones) por cada autor científico y por el número de patentes registradas por residentes. Es interesante notar el número de proyectos y de investigadores por autor de publicaciones internacionales. Mientras que en Venezuela se tienen 8 proyectos por autor, en Colombia se tienen 16, en Ecuador 40 y en Perú 48. Considerando el número de investigadores que se requieren para generar un autor, se puede apreciar que uno de cada nueve investigadores publica en Venezuela mientras que en los países restantes sólo aproximadamente uno de cada cincuenta investigadores lo hace. El mayor gasto en I&D por autor se registra para Ecuador, con US\$ 830,000. Le siguen Perú y Venezuela, con US\$ 710,000 y US\$ 590,000 por autor, respectivamente; mientras que para Colombia este gasto asciende sólo a US\$ 380,000.

En cuanto al número de proyectos que se requieren para generar una patente, se observa que mientras Venezuela y Colombia tienen

CUADRO 6-3

INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA * **
PARA EL GRUPO ANDINO

PAÍSES	Año	Proyectos/ Autores	Invstig./ Autores	Gasto I&D/ Autores	Proyectos/ Patentes	Invstig./ Patentes	Gasto I&D/ Patentes
Colombia	1982	15.81	42.58	.38	49.19 (4)	132.47 (4)	1.19(4)
Ecuador	1979	39.71	54.71	.83	139.00 (5)	191.50(5)	2.91 (5)
Perú	1980	48.52	53.98	.71	118.03 (4)	131.30 (4)	1.74 (4)
Venezuela	1980	7.94	8.58	.59	29.82 (5)	32.22 (5)	2.22 (5)

* El gaslo en I&D esta expresado en millones de US\$ corrientes.

** El número de patentes se refiere a aquellas registradas por residentes.

(4) El número de patentes corresponde a 1979.

(5) El número de patentes corresponde a 1978.

Fuente: Francisco R. Sagasti y Cecilia Cook, "Tiempos Difíciles: Ciencia y Tecnología en América Latina Durante el Decenio de 1980", Lima, GRADE, diciembre de 1985.

30 y 49 proyectos por patente, respectivamente, en Perú el número de proyectos requeridos asciende a 118 y en Ecuador a 139. Con referencia al número de investigadores, en Venezuela uno de cada 32 investigadores registra una patente, mientras que para Perú y Colombia se tienen aproximadamente 130 investigadores por patente. Ecuador ocupa el último lugar: se tiene 192 investigadores por cada patente registrada por residentes. El gasto en I&D por patente es bastante alto para todos los países de la subregión y varía entre US\$ 1.19 millones para Colombia hasta US\$ 2.91 millones para Ecuador. Perú y Venezuela se encuentran en una posición intermedia, con US\$ 1.74 y US\$ 2.22 millones en gasto en I&D por patente, respectivamente.

Estos indicadores muestran que el nivel de productividad por investigador y por proyecto es relativamente bajo en todos los países andinos —exceptuando tal vez a Venezuela— y que es necesario aumentar la productividad científica y tecnológica de la subregión de manera significativa. El Fondo Andino debería explorar mecanismos de apoyo que permitan enfrentar este problema e incrementar la productividad científica y tecnológica subregional.

Los Cuadros N° 6-4, 6-5 y 6-6 contienen información sobre cooperación internacional para ciencia y tecnología que ha recibido el Grupo Andino. El Cuadro N° 6-4 muestra los montos y las fuentes de cooperación internacional recibidos por la Junta del Acuerdo de Cartagena para los Programas Andinos de Desarrollo Tecnológico (PADT) e indica que durante los años comprendidos entre 1975 y 1983 la Junta ha movilizado alrededor de US\$ 24 millones para estos proyectos. El Cuadro N° 6-5 muestra las contribuciones del PNUD a los países de la región y se puede apreciar que el monto recibido por los países de la subregión desde 1972 hasta 1986 ascenderá a aproximadamente US\$ 13 millones para apoyar actividades en el campo de la ciencia y la tecnología. Por último, las contribuciones del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) del Canadá en el período 1984-1985 se presentan en el Cuadro N° 6-6. El CIID ha canalizado más de Can \$ 5 millones para financiar la investigación realizada por instituciones en los países andinos en este período. El aporte de este organismo se ha venido incrementando en forma continua, si se considera que el aporte total correspondiente al período 1971-1981 ascendió a Can \$ 16 millones.

Además de estas contribuciones en forma de donaciones en la subregión se recibe apoyo de organismos bilaterales de cooperación técnica y financiera en forma de donaciones y préstamos. Por ejemplo, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha concretado operaciones de préstamo y cooperación técnica a los países de la subregión durante

CUADRO N° 6-4

PROYECTOS Y PROGRAMAS TECNOLÓGICOS EN EL
GRUPO ANDINO
(Recursos financieros obtenidos periodo 1975-1983)

	Origen de los Recursos para Ejec.			Costo Total US\$ (2)	Observaciones
	Países Miembros	JUNAC	Recursos Externos (1)		
1. PADT-Cobre	1,691,000	220,000	1,100,000	3,011,000	Concluido en 1982
2. PADT-Refort	3,310,000	421,000	4,473,200	8,204,200	Concluida Ira. y 2da.etapaen 1983
3. PADT-Alimentos	2,840,724	132,000	4,029,815	7,002,539	Concluido en 1983
4. Desagregación e Inventario de Capacidades Técnicas	100,000	84,000	158,782	342,782	Concluida la Ira. etapa en 1984
5. Sistema Andino de Información Tecnológica- SAJT	3,126,750	396,980	1,452,410	4,976,140	En ejecución desde 1982
6. Proyecto de Apoyo a las Oficinas Andinas de Propiedad Industrial	—	30,000	100,000	130,000	En ejecución desde 1982
7. PADT-Rural	3,896,650	381,400	4,090,200	8,368,250	En ejecución desde marzo 1983
8. Proyecto de Planificación	—	150,000	467,900	617,900	En ejecución desde enero 1984
9. Proyecto Promoción Industria de la Madera	2,000,000	150,000	5,000,000	7,150,000	En ejecución desde enero 1984
10. Difusión de Resultados PADT-Alimentos	10,000	10,000	50,000	70,000	En ejecución desde julio 1984
11. Proyecto de Planificación y Gestión	50,000	150,000	700,000	900,000	En ejecución a partir de octubre 1984
12. Proyecto de Carbones	—	50,000	700,000	750,000	En trámite con GTZ Se iniciará en enero 1985
13. Proyecto Minero- Metalúrgico	400,000	150,000	1,450,000	2,000,008	En ejecución desde 1985.
TOTALES US\$	17,425,124	2,325,380	23,772,307	43,522,811	

(1) Provenientes de diversas fuentes: GTZ, IDRC, CEE, CIDA, BID, PNUD, ONUDI, IFSTD, ONPI, Bélgica y Gran Bretaña.

(2) Incluye costos de preparación y formulación.

Fuente: Francisco R. Sagasti y Cecilia Cook, "Tiempos Difíciles: Ciencia y Tecnología en América Latina Durante el Decenio de 1980", Lima, GRADE, diciembre de 1985.

CUADRO N° 6-5
APOYO FINANCIERO DEL PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL
DESARROLLO (PNUD) PARA CIENCIA Y TECNOLOGÍA
EN EL GRUPO ANDINO 1972-1986
(en US\$)

Años	PAÍSES					TOTAL
	Bolivia	Colombia	Ecuador	Perú	Venezuela	
1972-1981	583,088	2,048,805	2,034,105	153,817	181,375	5,001,190
1982	22,100	0	20,166	0	755,636	797,902
1983	0	0	(583)	26,408	1,029,480	1,055,305
1984	0	0	0	70,592	1,408,640	1,479,232
1985*	0	0	0	' 0	2,979,447	2,979,447
1986*	0	0	0	0	2,002,838	2,002,838
TOTAL	605,188	2,048.805	2,053,688	250,817	8,357,416	13,315,914
%	4.5	15.4	15.4	1.9	62.8	100.0

* Programado

Fuente: Francisco R. Sagasti y Cecilia Cook, "Tiempos Difíciles: Ciencia y Tecnología en America Latina Durante el Decenio de 1980", Lima, GRADE, diciembre de 1985.

CUADRO N° 6-6

**MONTO Y NUMERO DE PROYECTOS FINANCIADOS POR EL CIID* EN EL
PACTO ANDINO DURANTE 1984-1985
(Dólares Canadienses)**

PAÍSES	Áreas de Financiamiento						TOTAL
	Agricultura Alimentos y Nutrición	Ciencias Sociales	Ciencias de la Salud	Ciencias de la Información	Comuni- caciones	Programas Coopera- tivos	
Bolivia	0	426,820	0	0	0	0	426,820
Colombia	755,000	192,000	1,028,945	327,200	40,040	209,200	2,552,385
Ecuador	0	313,200	0	0	0	0	313,200
Perú	• 587,960	660,900	70,000	547,015	0	0	1'865,875
Venezuela	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1,342,960	1,592,920	1,098,945	874,215	40,040	209,200	5,158,280

* Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), Canadá.

Fuente: Francisco R.Sagasti y Cecilia Cook, "Tiempos Difíciles: Ciencia y Tecnología en América Latina Durante el Decenio de 1980", Lima, GRADE, diciembre de 1985.

el período 1961-1984 que ascienden a US\$ 350 millones aproximadamente en proyectos de ciencia y tecnología, educación superior, educación técnica y vocacional e investigación y extensión agrícola.

Estos datos indican que es posible contar con recursos financieros externos para el desarrollo científico y tecnológico de la subregión. Sin embargo, estos montos de cooperación deben ser vistos como un complemento de las iniciativas que realicen los propios países. En ese sentido sería posible esperar—tal como sucedió en el caso de los Programas Andinos de Desarrollo Tecnológico— que se llegara a duplicar las inversiones de los países de la subregión para la conformación del Fondo Andino de Desarrollo Científico y Tecnológico.

Esta breve reseña de algunos datos cuantitativos de la situación de la ciencia y la tecnología en la subregión sugiere algunas ideas en cuanto a las características del Fondo Andino de Desarrollo Científico y Tecnológico. Destaca la importancia de dedicar parte de los recursos del Fondo en formar investigadores altamente calificados; destaca también el importante papel que juega el gobierno en el financiamiento de la ciencia y la tecnología en la subregión, señalando que los principales contribuyentes al Fondo serán los gobiernos y las agencias gubernamentales; está claro que es casi imposible que el Fondo Andino de Desarrollo Científico y Tecnológico cuente con recursos que excedan —ni aun se aproximen— a los niveles de gasto en I&D de los países de la subregión; se aprecian las desigualdades existentes en cuanto a actividades y productividad científica y tecnológica entre los países de la subregión, lo que sugiere una mayor responsabilidad por parte de los países relativamente más avanzados en la constitución del Fondo a fin de lograr un desarrollo subregional armónico en el campo de la ciencia y la tecnología; y por último, destaca la importancia de la cooperación internacional, por medio de la cual podría llegar a duplicarse el nivel de recursos invertidos por los países en el Fondo Andino de Desarrollo Científico y Tecnológico. Todas estas apreciaciones deben tomarse en cuenta al proponer pautas para el establecimiento del Fondo Andino de Desarrollo Científico y Tecnológico.

Objetivos y Actividades del Fondo Andino de Desarrollo Científico y Tecnológico

El Fondo Andino de Desarrollo Científico y Tecnológico sería el principal instrumento financiero para promover el desarrollo científico

co y tecnológico subregional, particularmente en función del proceso de integración económica. No busca sustituir de modo alguno a los mecanismos, prestando apoyo a las actividades científicas y tecnológicas que involucran cooperación subregional. El Fondo Andino tomaría como principal marco de referencia la política científica y tecnológica subregional formulada con la asesoría del Consejo Andino de Ciencia y Tecnología, y aprobada por la Junta y la Comisión del Acuerdo de Cartagena. En resumen, la misión principal del Fondo Andino es movilizar recursos de la subregión y de fuentes externas de cooperación internacional para financiar una amplia gama de acciones cooperativas subregionales en el campo de ciencia y tecnología, definidas en función de las prioridades derivadas del proceso de integración Andino.

El Fondo Andino debe constituirse como una entidad autónoma, pero estrechamente vinculada a la Junta y a la Comisión del Acuerdo de Cartagena. Deberá contar con una Secretaría Ejecutiva pequeña, que opere en forma ágil y flexible, y contar con un núcleo de profesionales y técnicos de alto nivel, con experiencia en el financiamiento de actividades científicas y tecnológicas. El Fondo deberá establecer, además, relaciones de trabajo con las entidades de la subregión que cumplen funciones similares, y vincularse efectivamente con las agencias multilaterales y bilaterales de financiamiento en el campo de la ciencia y la tecnología.

La gama de actividades científicas y tecnológicas que podría financiar el Fondo Andino de Desarrollo Científico y Tecnológico es muy amplia y variada, y podría abarcar desde la investigación básica hasta los ensayos en plantas piloto, incluyendo la formación de recursos humanos y el establecimiento de centros de investigación. Para definir mejor el ámbito de acción del Fondo, es posible identificar dos modalidades de operación y cinco tipos de actividades científicas y tecnológicas. El Fondo operaría de acuerdo a dos modalidades: financiando directamente actividades, programas y proyectos de desarrollo científico y tecnológico; y coordinando y promoviendo acciones a ser financiadas principalmente por otras instituciones.

El Fondo Andino prestaría apoyo a cinco tipos de actividades científicas y tecnológicas que involucran la cooperación subregional:

- Desarrollo de recursos humanos altamente calificados para ciencia y tecnología;
- Establecimiento de una infraestructura física e institucional para ciencia y tecnología en la subregión;
- Ejecución de programas y proyectos de investigación, adapta-

ción, información y otros similares en temas específicos de interés subregional;

- Apoyo a la ingeniería de proyectos y consultoría, y fomento de la innovación con tecnologías de origen subregional; y
- Provisión de servicios y apoyo científico y tecnológico en la subregión.

La Tabla N° 6-1 resume los tipos de actividades y las modalidades de intervención del Fondo Andino, identificando a los principales beneficiarios en cada tipo de actividad y las acciones que podría realizar el Fondo en sus dos modalidades de intervención.

Considerando en primer lugar el financiamiento directo de actividades científicas y tecnológicas, el Fondo podría prestar apoyo a la formación de recursos humanos altamente calificados a través de la creación de la "Fundación Andina para la Ciencia y la Tecnología". Esta Fundación sería un brazo operativo del Fondo que tendría como función proporcionar apoyo financiero a los investigadores jóvenes (menores de 35 años) en la subregión, ayudándolos en su transición desde el término de sus estudios de postgrado hasta su plena incorporación como miembros activos de la comunidad científica y tecnológica Andina. El financiamiento proporcionado por la Fundación cubriría los gastos de equipo, materiales, asistentes de investigación, publicaciones y viajes, por montos que no excederían 10,000 dólares anuales, renovables hasta en tres oportunidades. No se cubriría el sueldo del investigador principal, el cual estaría a cargo de su propia institución. La Fundación otorgaría alrededor de 20 nuevas donaciones cada año, y considerando renovaciones, podría financiar hasta 40 beneficiarios por año. Estas donaciones se harían en base a una competencia anual en la subregión. Esta Fundación ayudaría a incorporar jóvenes de la comunidad científica Andina, daría visibilidad al Fondo Andino, y constituiría un mecanismo publicitario para destacar la importancia de la ciencia y la tecnología en el proceso de integración. Como modelo para esta Fundación podría tomarse a la "Fundación Internacional para las Ciencias", que opera a nivel mundial desde Estocolmo

En el ámbito de la infraestructura física e institucional para ciencia y tecnología, el Fondo Andino podría financiar directamente el establecimiento de centros y laboratorios subregionales que realizarían investigación y prestarían servicios en campos prioritarios para la subregión. Estos centros y laboratorios podrían establecerse creando nuevas entidades o fortaleciendo instituciones existentes, y en ellos trabajaría personal científico y técnico de toda la subregión. En principio

Tabla N° 6-1

Actividades, Beneficiarios y Modalidades de Intervención
del Fondo Andino de Desarrollo Científico y Tecnológico

Tipo de Actividad Científica y Tecnológica	Beneficiarios	Modalidades de Intervención del Fondo	
		Financiamiento Directo	Coordinación y Promoción
Desarrollo de recursos humanos altamente calificados para ciencia y tecnología en la subregión.	* Entidades de educación superior * Investigadores individuales.	* Creación de la "Fundación Andina para Ciencia y Tecnología"	* Establecimientos de post-gradados por dos o más universidades de la sub-región
Establecimiento de infraestructura física e institucional para actividades científicas y tecnológicas subregionales.	* Entidades de educación superior * Centros de investigación privados y públicos.	* Financiamiento de laboratorios subregionales en campos de interés para el proceso de integración (creación y fortalecimiento)	* Apoyo a entidades subregionales y a programas conjuntos que requieren financiamiento externo
Programas y proyectos de investigación, adaptación e información sobre temas específicos de intereses subregionales.	* Centros de investigación privados y públicos. * Centros universitarios * Empresas públicas y privadas.	* Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico (PADTs) * Otros proyectos de interés subregional.	
Apoyo a la ingeniería de diseño y consultoría y fomento de la innovación en el sector productivo.	* Firmas de ingeniería y consultoría. * Empresas públicas y privadas.	* Participación de mecanismos de riesgo compartido, con la CAF (1), para fomentar la innovación y el uso de tecnología subregional.	* Establecimiento de una línea de financiamiento para consultoría sub-regional de la CAF (1) * Mecanismos de riesgo compartido para financiar innovaciones (CAF Fondo Andino).
Servicios de apoyo para el desarrollo científico y tecnológico subregional.	* Entidades de servicio científico y tecnológico * Asociaciones científicas y tecnológicas * Agencias gubernamentales.	* Financiamiento de publicaciones subregionales.	

(1) Corporación Andina de Fomento.

estarían asociados a las universidades, pero podrían también crearse como organizaciones autónomas. El financiamiento del equipamiento inicial y parte de los gastos de operación estaría cubierto por el Fondo Andino, y el resto provendría de recursos de contrapartida, recursos externos, y de la prestación de servicios.

La experiencia de 10 años de la Junta con los Programas Andinos de Desarrollo Tecnológico servirían de base para el Fondo Andino en el financiamiento de programas y proyectos específicos de ciencia y tecnología. El fondo se haría cargo de la formulación, administración y seguimiento de los PADTs, ampliando su número significativamente y complementándolos con proyectos en menor escala. Esto significa que el Fondo financiaría, además, otros proyectos de cooperación subregional, que involucren montos menores a los de los PADTs, y que podrían ejecutarse con mayor flexibilidad y en menor tiempo.

No se considera que el Fondo Andino debería incursionar de manera directa en el financiamiento de las actividades de consultoría e ingeniería de proyectos en la subregión, ni tampoco en la provisión de capital de riesgo para promover la innovación y el uso de tecnologías de origen subregional. Sin embargo, tal como se indica más adelante, el Fondo debería promover y coordinar acciones en este campo, particularmente con la Corporación Andina de Fomento (CAF).

El Fondo Andino debería financiar actividades de apoyo y servicio científico y tecnológico de manera selectiva y limitada. En este sentido, sería apropiado prestar apoyo a la diseminación de información científica y tecnológica subregional, particularmente a través de publicaciones. En la actualidad no existen revistas científicas y técnicas especializadas en la subregión, si bien el Convenio Andrés Bello ha hecho algunos intentos preliminares en este sentido.

La segunda modalidad de intervención del Fondo Andino no involucra el financiamiento directo de actividades, sino más bien el uso de su capacidad técnica y de su posición como ente movilizador de recursos financieros para ciencia y tecnología a nivel subregional. En esta modalidad de intervención el Fondo podría promover y coordinar acciones por parte de las universidades en la subregión, con el fin de crear programas conjuntos de postgrado y conseguir financiamiento de organismos multilaterales y de programas de cooperación bilateral. Si bien el Fondo Andino podría financiar los estudios que lleven a la preparación de propuestas y proyectos en este campo, su intervención tendría un carácter catalizador y no de financiación directa.

Comentarios similares podrían hacerse con respecto al refuerzo

de la infraestructura física para ciencia y tecnología en la subregión. En este caso el Fondo Andino prestaría apoyo técnico para la preparación de propuestas, proyectos y programas conjuntos que serían presentados a otras instituciones para su financiamiento.

No se considera necesaria la intervención del Fondo Andino en la promoción y coordinación de iniciativas subregionales referentes a programas y proyectos de investigación específicos. En este tipo de actividad científica y tecnológica, el Fondo Andino debería concentrar sus esfuerzos en los programas y proyectos que financiaría directamente. Lo mismo se aplicaría al tipo de actividad referente a los servicios de apoyo.

Sin embargo, el Fondo Andino puede ejercer un papel coordinador y promotor muy importante en el campo de la ingeniería de diseño y consultoría, y del estímulo de la innovación en el sector productivo. El Fondo Andino podría colaborar con la Corporación Andina de Fomento para establecer y administrar una línea de crédito especial para consultoría, ingeniería de proyectos, e ingeniería de diseño que beneficie a las firmas consultoras que actúan en el ámbito subregional o exportan sus servicios fuera del Grupo Andino. Esta colaboración podría extenderse al establecimiento de una línea de capital de riesgo para incentivar el uso de tecnologías de origen subregional.

Esta somera descripción de las posibles formas de intervención del Fondo Andino de Desarrollo Científico y Tecnológico muestra la variedad de acciones que son necesarias a nivel subregional y en las cuales podría intervenir el Fondo. Sin embargo, en las primeras etapas del establecimiento del Fondo Andino de Desarrollo Científico y Tecnológico será necesario elegir dos o tres modalidades para concentrar esfuerzos.

Recursos Financieros para el Fondo Andino

Las opciones en cuanto al monto y la forma de recabar los recursos financieros del Fondo pueden identificarse en base a la experiencia del Grupo Andino en el financiamiento de los PADTs, al presupuesto que maneja el Acuerdo de la Junta de Cartagena y a la experiencia de otros organismos de financiamiento de ciencia y tecnología.

En primer lugar, es difícil que el monto total de recursos que maneje el Fondo Andino durante sus primeros años de funcionamiento exceda los 2 a 5 millones de dólares anuales. De este monto, alrededor

del 50% deberá ser aportado directamente por los países al Fondo, y el resto podría conseguirse de fuentes externas de cooperación financiera y de contrapartidas aportadas por las entidades beneficiarias. Esto implica que los países deberían aportar directamente al Fondo aproximadamente entre 1.0 y 2.5 millones de dólares anuales.

Estos montos representan una fracción de las contribuciones de los países al presupuesto anual de la Junta, se comparan favorablemente a los montos que moviliza el Convenio Andrés Bello, corresponden al orden de magnitud de recursos que maneja la Junta para los Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico, y se encuentran dentro de los niveles previsibles para la movilización de recursos externos provenientes de la cooperación internacional. Por ejemplo, el Sistema Financiero de Naciones Unidas para Ciencia y Tecnología, que opera a nivel mundial, recabó sólo alrededor de US\$ 60 millones durante sus cuatro primeros años de operación (de los cuales ha canalizado 1.5 millones de dólares para el sistema Andino de información tecnológica). En el actual contexto de recesión y crisis financiera internacional, es difícil esperar que las contribuciones externas excedan 2.5 millones de dólares anuales durante los próximos tres años.

La Tabla N° 6-2 resume las opciones que se juzgan más viables en cuanto a los mecanismos de recaudación para el Fondo Andino de Desarrollo Científico y Tecnológico. En primera instancia, se establece la distinción entre donaciones para establecer un patrimonio que genere recursos en forma continua e independiente, y los mecanismos que involucran contribuciones periódicas.

En el primer caso, la idea es dotar al Fondo Andino de un patrimonio de recursos financieros que genere un flujo de recursos anuales suficientes para solventar sus gastos operativos y financiar programas, proyectos y actividades en la subregión. Considerando que se trataría de generar por lo menos US\$ 1.0 millón anuales, y adoptando una posición conservadora de manejo financiero, se requeriría un mínimo de US\$ 12 millones anuales que, a una tasa de interés entre el 9 y 10% anual, proporcionaría el nivel de recursos requeridos.

Las contribuciones de los países para conformar este patrimonio podrían efectuarse en proporción a los aportes al presupuesto de la Junta del Acuerdo de Cartagena, o podría determinarse cuotas en función de parámetros tales como la capacidad económica de los países de la subregión y su nivel de desarrollo científico y tecnológico. Considerando que estas contribuciones al patrimonio del Fondo se hacen por una sola vez y que el Fondo adquiere cierta autonomía financiera, es

Tabla N° 6-2

Mecanismos Posibles de Recaudación para el Fondo Andino
de Desarrollo Científico y Tecnológico

Mecanismo	Contribución de los países al Fondo		Contrapartidas Nacionales	Recursos Externos
	Monto	Forma de determinar la contribución		
I. Donaciones para conformar un patrimonio que genere recursos en forma independiente y continua	Mínimo- US \$12 millones, para generar US \$1 millón anual	(a) Proporcional a contribuciones al presupuesto de la JUNAC (b) Cuotas vinculadas a capacidad científica y tecnológica; a capacidad económica y financiera, etc.	Puede establecerse requisito de contrapartidas mínimas	Difícil de conseguir para el patrimonio, factible para acciones específicas
II. Contribuciones Periódicas 1. Monto fijado anual o bienalmente (con o sin marco trienal o quinquenal)	US \$1 - US \$2.5 millones anuales	(a) Proporcional a contribuciones al presupuesto de la JUNAC (b) Cuotas de acuerdo a capacidad científica y tecnológica; a ganancias en el comercio subregional; a estructura de comercio extra-subregional (c) Combinación de (a) y (b)	Difícil establecer requisito de contrapartida mínima	* Viable conseguir recursos externos que podrían duplicar recursos invertidos. Programación trienal o quinquenal facilitaría contribuciones externas.
2. Monto variable anual o bienal	Variable pero debería exceder US \$1 millón anual	(a) Porcentaje fijo de ganancias en comercio subregional de productos con mayor intensidad tecnológica (b) Porcentaje fijo de otros parámetros vinculados a C y T (e.g. gastos en I y D, pagos por transferencia de tecnología, etc.) (c) Combinación de (a) y (b)	Difícil establecer requisito de contrapartida.	* Viable, pero' con mayor dificultad si no se define marco de referencia en cuanto a montos.

posible establecer requisitos mínimos para las contrapartidas de las instituciones que se beneficien con recursos del Fondo. Por otra parte, en el ambiente financiero actual es bastante difícil conseguir contribuciones de organismos y entidades de cooperación internacional para conformar un patrimonio. Es conveniente recordar que el Convenio Andrés Bello estableció su Secretaría de esta manera, con un patrimonio de US\$ 6 millones aportado en su mayoría por Venezuela, y que este país contribuyó con US\$ 10 millones al patrimonio de la Universidad de Naciones Unidas.

Las contribuciones periódicas pueden establecerse de acuerdo a dos modalidades: contribuciones en torno a un monto fijo definido anual o bicalmente, o contribuciones periódicas de monto variable calculadas de acuerdo a parámetros definidos de antemano.

En la primera opción se trata de definir el nivel de recursos para las operaciones del Fondo en una base anual o bienal, lo que podría complementarse definiendo un horizonte temporal más amplio (tres a cinco años) para programar las actividades del Fondo con antelación. El monto anual que deberían contribuir los países estaría entre US\$ 1.0 y US\$ 2.5 millones anuales, considerando que un monto similar podría conseguirse de fuentes externas y de contrapartidas nacionales, lo que llevaría a un monto total de recursos de entre US\$ 2 y US\$ 5 millones anuales.

La contribución de los países podría ser proporcional a sus aportes al presupuesto de la Junta; o podrían calcularse cuotas en función de su capacidad científica y tecnológica, de sus ganancias en el comercio subregional, o del peso que tenga el comercio extra subregional en sus operaciones de comercio internacional. También podría combinarse ambos tipos de mecanismos: por ejemplo, podría acordarse que el 30% de la contribución de los países se efectúe en proporción a sus aportes al presupuesto de la Junta, y que el 70% restante se distribuya en cuotas calculadas de acuerdo a parámetros que reflejen los niveles relativos de desarrollo científico y tecnológico, y de las ganancias en el comercio subregional. Es difícil establecer requisitos mínimos de contrapartida para los beneficiarios, debido a que los países estarían contribuyendo anualmente al Fondo. Por otra parte, sería relativamente más fácil conseguir contribuciones para el Fondo provenientes de organismos de cooperación técnica y financiera bilaterales y multilaterales, sobre todo si se programan las actividades en un marco de 3 o 5 años. Los recursos externos podrían llegar al mismo nivel que los aportes de los

países al Fondo Andino.²

La segunda opción para calcular contribuciones periódicas involucra la definición de montos variables anuales o bienales, si bien sería necesario ajustar los parámetros para definir las contribuciones periódicas de los países de tal forma de alcanzar un mínimo de un millón de dólares anuales. El método para calcular las contribuciones de los países podría basarse en un porcentaje fijo de las ganancias en el comercio subregional. Por ejemplo, podría adaptarse la propuesta que llevó el Grupo Andino a la Conferencia de Naciones Unidas sobre Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, realizado en Viena en 1979, que planteaba un mecanismo financiero basado en contribuciones proporcionales al desbalance en el comercio de productos manufacturados entre países desarrollados y en desarrollo.³

Adoptando un esquema similar, podría definirse un porcentaje fijo del desbalance en el comercio de productos intensivos en tecnología entre los países de la subregión. Así, un país que tenga un saldo favorable en su balanza comercial con los otros países de la subregión en un conjunto de rubros definidos como intensivos en tecnología, contribuiría más que otro país cuyo saldo de comercio intrasubregional en estos rubros fuera negativo. Alternativamente, podría estipularse que las contribuciones deberán calcularse en base a un porcentaje fijo de los pagos por regalías que efectúan los países andinos fuera del ámbito subregional, o podría definirse un porcentaje de los gastos anuales en investigación y desarrollo que realizan los países del grupo Andino. Nuevamente, es difícil establecer requisitos de contrapartidas mínimas para los beneficiarios, ya que se está solicitando contribuciones anuales para el Fondo. En forma similar, de no existir un marco de referencia trienal o quinquenal para los niveles de financiamiento al Fondo, la movilización de recursos externos podría hacerse más difícil.

Ubicación Institucional del Fondo Andino

Es posible identificar tres opciones para localizar al Fondo An-

2. Véase: Jasani, Osear / "Comercio Internacional y Progreso Tecnológico: Hacia un Mecanismo de Captación de Recursos para Ciencia y Tecnología en el Grupo Andino", Tesis de Bachiller en Economía presentada a la Universidad del Pacífico en junio de 1983 y realizada bajo la supervisión del profesor Francisco Sagasti.
3. Junta del Acuerdo de Cartagena, *Ciencia y Tecnología para el Desarrollo*, Lima, julio de 1979.

diño de Desarrollo Científico y Tecnológico. En primer lugar, el fondo podría establecerse como parte integral de la Junta del Acuerdo de Cartagena a operar como lo vienen haciendo los Programas Andinos de Desarrollo Tecnológico. Esta opción presenta ciertas ventajas de continuidad institucional, pero le restaría flexibilidad y capacidad operativa.

Una segunda opción consiste en establecer el Fondo Andino de Desarrollo Científico y Tecnológico como entidad totalmente autónoma y separada de los otros organismos de integración subregional. Esto conlleva el establecimiento de una organización completamente nueva y, si bien presenta las ventajas de flexibilidad y autonomía, podría crear problemas de coordinación con la Junta del Acuerdo de Cartagena.

La tercera opción consiste en establecer el fondo Andino como entidad autónoma, pero estrechamente vinculada a la Junta del Acuerdo de Cartagena y a la Corporación Andina de Fomento. En este caso se crearía una Secretaría Ejecutiva independiente para el Fondo Andino de Desarrollo Científico y Tecnológico, pero se establecería un mecanismo de coordinación a nivel del directorio del Fondo en el cual participarían los miembros de la Junta del Acuerdo de Cartagena, el Presidente de la Corporación Andina de Fomento y la Secretaria Ejecutiva del Fondo. El directorio sería presidido por el Coordinador de la Junta. De esta forma se concedería autonomía al Fondo, pero se vincularía estrechamente a la Secretaria Ejecutiva del Fondo con el Grupo de Política Tecnológica de la Junta, el cual actuaría como organismo técnico de programación para el Fondo.

Comentarios Finales

La creación del Fondo Andino de Desarrollo Científico y Tecnológico que se propone en este ensayo no resolverá todos los problemas que enfrenta la ciencia y la tecnología en la subregión. Más aún la situación de crisis que experimenta el proceso de integración del Pacto Andino hace muy difícil el plantear nuevas iniciativas.

Sin embargo, en un contexto internacional en el cual la ciencia y la tecnología están jugando un papel cada vez más importante, está claro que el desarrollo futuro de los países andinos dependerá en gran medida de la forma en que confronten el desafío científico y tecnológico. El establecimiento del Fondo Andino sería un primer paso significativo para responder a este desafío.

Capítulo 7

LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL Y EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN EL PERÚ

La cooperación internacional ha tenido una influencia decisiva en el proceso de desarrollo científico y tecnológico de América Latina. La ciencia en la región surge gradualmente durante los siglos XVI a XIX como resultado de la vinculación, primero con España, luego con otras potencias Europeas y más recientemente con los Estados Unidos. Las principales universidades y los centros de investigación públicos y privados contaron en este período con un importante flujo de recursos humanos provenientes del exterior, particularmente de inmigrantes europeos, y recibieron además material y equipo de laboratorio procedente de donaciones y de diversas misiones técnicas y científicas. Más aún, durante la segunda mitad del siglo XIX y la primera mitad del siglo XX, un gran número de estudiantes latinoamericanos realizó sus estudios de postgrado fuera de la región para retornar luego e incorporarse a las actividades docentes y de investigación en sus respectivos países.

Sin embargo, el apoyo financiero directo proveniente de fuentes externas se inicia sólo en los años cuarenta con las operaciones internacionales de la Fundación Rockefeller en México en el campo de la agricultura. Posteriormente la Fundación Rockefeller apoya actividades en el campo de la investigación en salud, y su interés en esta área se acentúa a partir de 1955.

La Fundación Ford inicia sus inversiones en el campo de la educación superior en América Latina durante el decenio de 1960, prestando un apoyo significativo a las profesiones técnicas en el campo de las ingenierías, física, química, y matemáticas, apoyo que continuará aproximadamente por 10 años y se centrará en las universidades. Por ejemplo, en el Perú, la Fundación Ford financió el equipamiento de los laboratorios de ciencias en la Universidad Nacional de Ingeniería y

en la Universidad Católica, prestando también apoyo para que profesores de estas instituciones realizaran estudios de postgrado en el exterior.

A fines de los cincuenta y principios de los sesenta las instituciones bilaterales de cooperación, particularmente la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) de los Estados Unidos a través de su programa de la "Alianza para el Progreso", prestan asistencia técnica y financiera a las instituciones de educación superior y de investigación. Estas operaciones asumen la forma de apoyo directo a programas y proyectos de investigación universitarios, al establecimiento de escuelas especializadas, a la dotación de equipo y bibliotecas para centros de educación superior, y a la provisión de becas para la preparación de recursos humanos altamente calificados. De esta forma, durante los años sesenta en el Perú la AID apoya la creación de la Escuela de Administración de Negocios para Graduados (ESAN), y financia un programa masivo de cooperación entre universidades americanas y la Universidad Nacional Agraria.

El apoyo que se otorga para ciencia y tecnología durante los años sesenta y anteriores está estrechamente vinculado a la enseñanza y a la educación superior. La principal excepción la constituyen los organismos gubernamentales de investigación y extensión agrícola que también recibieron un apoyo financiero sustantivo. El Cuadro N° 7-1 resume la orientación de los donativos de la Fundación Ford y de la Fundación Rockefeller a seis países latinoamericanos (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Perú y Venezuela). Allí se puede advertir que la agricultura, el desarrollo universitario, la ciencia en general y la medicina han recibido los porcentajes más significativos de donaciones de estas dos instituciones. Durante el período 1960-1968 se aprecia un porcentaje creciente de las asignaciones al sector agricultura y al desarrollo universitario y una disminución a las asignaciones para ciencia y medicina. Además, se sabe que el patrón de financiamiento en los seis países considerados difiere de manera significativa, tanto en lo que se refiere a la distribución de asignaciones a distintos rubros, como en el monto total otorgado a cada país.¹

Es interesante también comparar los donativos de la Fundación Rockefeller y de la Ford y los donativos del Gobierno Norteamericano durante el período 1960-1968 para los países indicados anteriormente. Es notorio el mayor peso relativo de donaciones provenientes del gobierno americano en el caso de Brasil, el mayor peso de la Fundación

1. Zzywansky, Albert, "Las Fundaciones Internacionales y América Latina", *Revista Mexicana de Sociología*, vol. 35 (1973) N° 4 (Oct.-Dic), pp. 801-817.

CUADRO N° 7-1
DONATIVOS DE LA FORD Y LA ROCKEFELLER*
SEIS PAÍSES SUDAMERICANOS PRINCIPALES
(Distribución por porcentaje)

Área	1960-62 %	1963-65 %	1966-68 %	Totales %
Agricultura	10.9	15.4	21.5	17.3
Desarrollo Universitario	9.9	22.2	16.2	17.3
Economía	13.5	10.5	7.7	9.9
Otras Ciencias Sociales	3.4	3.5	7.3	5.1
Ciencia	26.4	16.5	6.2	14.2
Medicina	25.2	2.7	11.8	11.4
Otra Educación	3.2	4.0	5.4	4.5
Administración de Empresas	.6	5.2	3.9	3.7
Ingeniería	2.6	6.4	3.9	3.6
Biología	2.7	1.8	2.9	2.5
Control Demográfico	.0	2.0	3.2	2.1
Desarrollo Económico	.4	2.3	2.9	2.2
Cultura y Ley	1.1	2.4	2.7	2.3
Administración Pública	.0	2.9	2.0	2.0
Desarrollo Urbano	0.5	2.2	2.4	1.9
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

* Todos los datos son de los reportes anuales de las Fundaciones Ford y Rockefeller.

Fuente: Zzymanski, Albert, "Las Fundaciones Internacionales y América Latina", *Revista Mexicana de Sociología* Vol.. 35 (1973) N° 4 (Oct.-Dic). pp. 801-817.

Rockefeller en el caso de Colombia, y una cierta concentración de donaciones de la Fundación Ford en Argentina, Brasil y Chile. Entre 1959 y 1968, las donaciones de la Fundación Ford y Rockefeller equivalieron al 15% y el 29% de los fondos asignados por el gobierno norteamericano para ciencia y tecnología.

Durante el decenio de 1960, empiezan a tener un peso importante los organismos multilaterales en el financiamiento de la investigación y desarrollo. El Banco Interamericano de Desarrollo (BID), a través de los préstamos que otorgó en el decenio de 1960 para el sector de educación superior, canalizó una fuerte suma hacia la infraestructura física de muchas universidades de la región (por ejemplo, en el Perú otorgó un préstamo a la Universidad Nacional de Ingeniería que permitió el equipamiento y ampliación de sus laboratorios). En forma similar, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo se establece hacia fines de los sesenta y a partir de los setenta empieza a asignar cifras cada vez más significativas para el desarrollo científico y tecnológico de la región.

Además de estas fuentes de cooperación internacional para ciencia y tecnología, se tiene los programas de cooperación en ciencias auspiciados por la UNESCO; la cooperación que se recibía en forma esporádica de los países europeos, particularmente Francia y Alemania; los programas de becas acordados bilateralmente entre los gobiernos de la región y algunos países europeos; y las actividades de instituciones promocionales tales como el Consejo Británico.

La impresión global, que genera este panorama de cooperación internacional para el desarrollo científico y tecnológico en la región hasta fines del decenio de 1960, es de un conjunto de programas más o menos aislados, que ayudaron a mantener y continuar con las actividades de investigación científica, pero que no llegaron a tener un impacto significativo y determinante en el desarrollo de una capacidad científica y tecnológica propia en la región. Buena parte de los recursos de cooperación internacional para ciencia y tecnología se destinaron a educación superior, y sólo ocasionalmente se financiaban instituciones, programas y proyectos de investigación y desarrollo de manera directa.

La Cooperación Internacional para Ciencia y Tecnología en América Latina durante el decenio de 1970

La cooperación internacional en el campo de la ciencia y la tecnología se acentúa notablemente durante el decenio de 1970, cuando se

otorga mayor importancia a la cooperación internacional para el desarrollo en general. Al aumentar los programas bilaterales con gobiernos, y al tomar mucho más peso los programas de organizaciones multilaterales, en particular la OEA y las Naciones Unidas, pierden su peso relativo las fundaciones privadas.

De esta forma, la Fundación Rockefeller continúa operando en la región, concentrándose en países como Colombia y enfatizando las actividades vinculadas a la salud y a la agricultura, si bien en este último campo empieza a canalizar recursos cada vez más a través del Consorcio Internacional sobre Investigación en el Campo Agropecuario que maneja el Banco Mundial (CGIAR). La Fundación Ford cambia sus prioridades durante el decenio de 1970, disminuyendo relativamente su apoyo a las ciencias naturales y prestando mayor atención a los programas de economía y ciencias sociales. Asimismo, la Fundación Ford aumentó continuamente sus programas de cooperación en América Latina hasta fines del decenio de 1970, cuando hubo un cambio de política en la sede en Nueva York, otorgándosele menor énfasis a los programas internacionales de la Fundación.

Durante el decenio de 1970 aparecen nuevas fundaciones en la escena de la cooperación internacional latinoamericana. Las fundaciones alemanas, particularmente aquellas vinculadas a los partidos políticos —las Fundaciones Ebert, Adenauer, y Neumann— adquieren un peso significativo en el campo de las ciencias sociales, sobre todo en los países del área andina desde Venezuela hasta Chile y los países centroamericanos. Asimismo, la Fundación Volkswagen apoya algunos programas en el campo de la ingeniería y de las ciencias sociales en la región. Un conjunto de fundaciones holandesas, organizaciones vinculadas al Consejo Mundial de Iglesias, entidades vinculadas a la iglesia católica en Alemania, y organizaciones voluntarias del Canadá, empiezan también a prestar apoyo al desarrollo de algunas actividades científicas y tecnológicas en América Latina. Sin embargo, estas últimas tienen fundamentalmente una misión de promoción social, más que de apoyo a la investigación y a la creación de capacidades científicas en la región.

Aparecen también instituciones híbridas, tales como el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) del Canadá, que cuentan con apoyo financiero del gobierno pero operan de manera independiente con plena autonomía para elegir sus programas y a los beneficiarios de sus proyectos de cooperación. El CIID canalizó aproximadamente 55 millones de dólares canadienses para investigación y

desarrollo en la región durante 1971-1981, de los cuales un 43% fue asignado a los seis países andinos (Bolivia, Colombia, Chile, Ecuador, Perú y Venezuela). Cerca de la mitad (22 millones aproximadamente) de todos los fondos asignados a la región fueron destinados a proyectos de la agricultura, alimentos y nutrición, mientras que 16.5 millones financiaron proyectos en el área de la ciencias sociales².

Algunas entidades de cooperación bilateral, tales como la GTZ de Alemania, agencias del gobierno de Bélgica, y JAICA en Japón, expanden sus actividades en el ámbito de la ciencia y la tecnología. Asimismo, los organismos multilaterales cobran un nuevo auge al expandirse gradualmente las actividades del Banco Interamericano de Desarrollo, que hizo varios préstamos a Argentina, Brasil y México para el refuerzo de su infraestructura científica y tecnológica y la realización de actividades de investigación; al otorgar el PNUD un mayor peso al campo de ciencia y tecnología en sus programas a nivel nacional y en sus programas regionales; al intervenir el Banco Mundial con algunos préstamos para investigación y desarrollo en los sectores agropecuarios e industrial; y al continuarlas actividades de otros organismos internacionales tales como la UNESCO, la FAO, el IFAD y la UNICEF.

Uno de los eventos más interesantes en el ámbito multilateral en este período es la creación del Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico (PRDCYT) de la OEA a fines de 1969. Este programa, que empezó a operar de manera efectiva durante el decenio de 1970, canalizó recursos significativos para proyectos de investigación y desarrollo, los cuales tuvieron un efecto multiplicador a través de la movilización de otras fuentes de recursos y de las contrapartes nacionales asignadas a estos proyectos. El presupuesto total del PRDCYT en el período 1968-1978 ascendió a 86.7 millones de dólares.

También son apreciables los recursos asignados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en el campo de la ciencia y la tecnología. Hasta 1978, la totalidad de préstamos del BID asignados específicamente a ciencia y tecnología se dirigieron a tres países importantes de la región (Brasil, Argentina y México) por un total de 148.4 millones de dólares. Sin embargo, en 1982 el BID otorgó un préstamo a Colombia por 30 millones de dólares.³ Por su parte, entre 1971 y 1980 el PNUD

2. International Development Research Centre (IDRC); "Research in Latin America and the Caribbean and IDRC Programmes in the Region", Bogotá, (mimeo) 1982.

3. Banco Interamericano de Desarrollo (BID), "El BID y la Ciencia y la Tecnología en América Latina", Washington D.C., 1979.

dedicó alrededor de 63 millones de dólares a otorgar cooperación al desarrollo científico y tecnológico en la región, tanto a través de sus programas regionales como en sus programas por países. Más aún, el ciclo de programas 1982-1986 destinó el 6.9% de los fondos al campo de ciencia y tecnología, en contraste con el 2,3% asignado a este campo en el ciclo 1977-1981.⁴ Por último, el Pacto Andino canalizó aproximadamente US\$ 10 millones de cooperación externa a varias fuentes (Comunidades Europeas, gobierno alemán, etc.) entre 1975 y 1982 para los Programas Andinos de Desarrollo Tecnológico.

De esta forma se puede apreciar un interés cada vez mayor por la ciencia y la tecnología en el ámbito de la cooperación internacional para el desarrollo. Sin embargo, la crisis económica internacional de 1981-1983 ha tenido un impacto negativo en los flujos de cooperación técnica y financiera, lo que hace necesario examinar con detenimiento las características y el impacto de los programas de cooperación en el desarrollo de una capacidad científica y tecnológica en la región, para hacer el mejor uso posible de ellos.

La Cooperación Técnica Internacional para el Perú a Fines de los setenta y Principios de los ochenta

Del examen de los recursos globales comprometidos en acciones de cooperación en el Perú desde mediados del decenio pasado se deduce que los mayores montos provienen de fuentes bilaterales, siguiendo luego los organismos internacionales y, finalmente, las instituciones privadas de cooperación técnica internacional (CTI). Esta tendencia se mantiene inalterable aun cuando, como se puede apreciar en el Cuadro N° 7-2, se han producido algunas variaciones significativas en algunos años, particularmente en 1980. Sin embargo, los niveles históricos en cuanto a las fuentes de CTI se mantienen en alrededor de **un** 65% de la cooperación recibida de fuentes bilaterales, un 25% proveniente de organismos internacionales y un 10% de los organismos privados de CTI.

Las principales fuentes bilaterales **en** términos de sus aportes son Alemania Federal, Japón, Canadá, Holanda, Estados Unidos, Bélgica, Suiza; mientras que los principales organismos internacionales

4. Datos proporcionados por la oficina para América Latina del Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (PNUD).

son el PNUD, el Programa Mundial de Alimentos, el BID, el Organismo Internacional de Energía Atómica, la OEA, la OMS/OPS, y el UNICEF. Entre las fuentes de origen privado, se encuentran diversas fundaciones así como organismos de carácter religioso y centros de fomento de la investigación científica y tecnológica de diferentes países.

El Cuadro N- 7-3 presenta la distribución de los recursos de CTI para 1982 según fuentes de origen y sectores de captación. El monto global de cooperación técnica internacional recibido por el Perú entre 1975-1982, de acuerdo a cálculos efectuados sobre la base de las cifras oficiales, indica que se recibió un total de US\$ 386 millones para todo el período.

En lo que se refiere a los sectores favorecidos, debe precisarse que el INP—institución que publica las cifras oficiales sobre CTI— utiliza una clasificación en función de los sectores administrativos hacia los cuales se dirige la cooperación internacional. Esto dificulta en algunos casos el análisis comparativo, ya que pueden coincidir diversos sectores de actividad dentro de un mismo sector administrativo. A pesar de ello es evidente que los sectores más favorecidos por la cooperación internacional en los últimos años han sido Agricultura, Educación (incluye universidades), Pesquería, Salud, Energía y Minas y, dentro del rubro otros, el conjunto de organismos agrupados bajo la denominación de "Multisectorial".

Esta tendencia puede observarse en el Cuadro N° 7-4 que expresa en forma desagregada y con base anual la distribución de la CTI recibida por el país en el quinquenio 1978-1982. Se confirma que el sector hacia el cual ha estado dirigida la mayor proporción de la cooperación internacional es el Agropecuario, seguido de Educación, Pesquería (declinando en los últimos años del quinquenio), Energía y Minas, y Salud.

En lo que se refiere a las áreas de mayor incidencia de las principales fuentes de cooperación técnica internacional, la información disponible para los últimos 5 años permite afirmar que la República Federal Alemana se concentra preferentemente en Agricultura, Pesquería, Educación, y Energía y Minas, con énfasis en investigación forestal y fauna, investigación pesquera y control de calidad, educación superior, producción de energía con recursos no agotables y exploración mineralógica. La AID de los Estados Unidos enfatiza sus acciones en los sectores de Educación, Agricultura y Salud, concentrándose en las áreas de riego, producción agropecuaria, investigación y extensión agrícola, educación básica y no escolarizada, y atención materno-infantil.

CUADRO N° 7-2
COOPERACIÓN TÉCNICA INTERNACIONAL SEGÚN FUENTES
EN EL PERIODO 1977-1982
(En Miles de US\$)

Año	Fuentes Bilaterales		Organismos Internacionales		Organismos Privados		Total
	US\$	%	US\$	%	US\$	%	
1977	30,542	76.4	7,600	19.0	1,844	4.6	39,986
1978	32,035	68.5	11,342	24.2	3,149	7.3	49,796
1979	34,053	66.7	11,797	23.1	5,205	10.2	51,055
1980	29,133	52.7	15,309	27.7	10,845	19.6	55,287
1981	37,905	60.3	20,618	32.8	4,337	6.9	62,680
1982	40,355	63.1	16,197	25.3	5,481	8.6	64,033!

1. Incluye 2,000 provenientes de fuentes no determinadas.

Fuente: Instituto Nacional de Planificación: Evaluaciones Globales de la CTI de los años 1977-1982.

CUADRO N° 7-3

**DISTRIBUCIÓN DE LOS RECURSOS DE COOPERACIÓN TÉCNICA INTERNACIONAL, 1982,
SEGÚN FUENTES DE ORIGEN Y SECTORES DE CAPTACIÓN**

Sector Fuente	Agri- cultura	Econom. Finanzas y Com.	Edu- cación	Energía y Minas	Industria Turismo Integrac.	Justicia	Pesquería	Salud	Trabajo y Prom. Social	Transpt. y Común.	Vivienda	Multi- Sectorial	Total (Miles US\$)
1. Alemania Federal	2,601	290	1,814	644	700	—	1,782	974	—	—	158	712	9,675
2. Bélgica	600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	160	760
3. Canadá	2,641	—	583	—	—	—	10	—	—	—	—	86	3,320
4. Checoslovaquia	—	—	—	230	—	—	—	—	—	—	—	48	278
5. España	—	—	—	85	180	—	144	—	133	—	42	—	584
6. Finlandia	—	—	—	153	—	—	—	—	—	—	—	—	153
7. Francia	89	168	498	—	67	—	—	—	—	—	25	667	1,514
8. Gran Bretaña	480	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	480
9. Holanda	1,169	—	355	—	23	—	—	46	—	37	4	3,000	4,634
10. Israel	443	—	—	—	—	—	—	—	—	58	—	75	576
11. Italia	—	138	148	62	198	—	—	—	—	—	—	81	627
12. Japón	1,088	—	526	1,101	695	—	676	435	—	1,709	2,153	892	9,275
13. Nueva Zelandia	166	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	166
14. Suiza	1,870	—	480	220	515	—	—	405	—	—	—	360	3,840
15. US AID	723	—	1,126	43	—	98	—	520	—	—	—	1,963	4,473
Sub Total Coop. Bilateral	11,870	596	5,530	2,538	2,378	98	2,612	2,380	133	1,804	2,382	8,034	40,355
16. BID	1,326	—	—	—	157	—	—	—	—	—	35	265	1,783
17. CIM	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	723	723
18. FAO	275	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—	1	313
19. OEA	—	—	182	—	—	—	6	—	—	—	—	56	244
20. OIEA	300	—	—	723	—	—	—	—	—	—	—	—	1,023
21. ONUDI	—	—	—	—	207	—	—	—	—	—	—	—	—
22. OPS	—	—	—	—	—	—	—	896	—	—	—	27^	1
23. PMA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,735	—
24. PNÜD	532	39	413	667	109	—	24	229	254	981	54	791	4,093
25. UNI-TA	—	—	30	—	—	—	—	600	195	—	—	55	8X0
26. UNICEF	—	—	35	—	—	—	—	35	24	—	—	983	1,071
Sub total Coop. Multi- lateral	2,433	39	660	1,390	473	—	60	1,760	473	981	89	7,839	16,197

27. Acción Ecuménica Sueca	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	211	211
28. CARE	246	—	320	—	—	—	—	—	—	—	—	2,532	3,098
29. CICDA	301	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	301
30. CIC/CELATS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	169	169
31. Fundación Bemard Van Loor	—	—	134	—	—	—	—	—	—	—	—	—	134
32. Fundación Ford	—	—	46	—	—	—	—	—	—	—	—	285	331
33. Fundación Friedrieh Ebert	105	—	60	—	—	—	—	—	—	—	—	30	195
34. Fundación Friedrieh Neumann	—	—	180	—	—	—	117	—	—	—	—	150	447
35. Fundación TERRE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42	42
36. Programa Voluntario Británico	10	—	—	—	—	—	—	61	—	—	—	7	68
37. SACTS	10	—	63	—	—	—	—	—	—	—	—	53	126
38. SUCU	—	—	72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	72
39. TECHNOSERVE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	118	118
40. Vecinos Mundiales	—	—	—	—	—	—	—	13	—	—	—	126	139
Sub Total Instituciones Privadas	672	—	875	—	—	—	117	74	—	—	—	3,743	5,481
Sub Total Diversas fuentes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,000	2,000
Total General (miles US\$)	14,975	635	7,065	3,928	2,851	98	3,789	4,214	606	2,786	2,471	21,616	64,023

Fuente: Evaluación Global de la Cooperación Técnica Internacional recibida durante 1982. Instituto Nacional de Planificación. Agosto 1983

CUADRO N- 7-4
DISTRIBUCIÓN DE LA COOPERACIÓN TÉCNICA INTERNACIONAL
RECIBIDA EN EL PERIODO 1978-1982 SEGÚN SECTORES DE CAPTACIÓN
(En Miles de US\$)

Sectores	1978		1979		1980		1981		1982	
	US\$	%	US\$	%	US\$	%	US\$	%	US\$	%
Agricultura	10,886	23.3	11,770	23.1	13,713	24.8	15,604	24.8	14,975	23.4
Economía, Finanzas y Comercio	498	1.1	852	1.7	976	1.8	786	1.3	635	1.0
Educación *	6,904	14.8	7,198	14.1	8,161	14.8	7,829	12.5	7,065	11.0
Energía y Minas	2,614	5.6	3,798	7.4	4,277	7.7	4,953	7.9	3,928	6.1
Industria, Turismo e Integración	2,346	5.0	2,314	4.5	2,051	3.7	1,656	2.6	2,851	4.4
Justicia							146	0.2	98	0.2
Pesquería	7,018	15.0	2,866	5.6	3,920	7.1	3,722	5.9	2,789	4.4
Salud	2,982	6.4	3,592	7.0	2,356	4.3	3,897	6.2	4,214	6.6
Trabajo y Promoción Social	197	0.4	35	0.1	23	2.6	2,085	3.3	2,785	4.3
Transportes y Comunicaciones	2,560	5.5	1,199	3.9	1,424	2.6	2,085	3.3	2,785	4.3
Vivienda	110	0.2	307	0.6	660	1.2	2,390	3.8	2,471	3.9
Multisectorial^	10,681	22.7	16,324	32.0	17,723	32.0	19,477	31.0	21,616	33.8
Total	46,796	100.0	51,055	100.0	55,287	100.0	62,680	100.00	64,033	100.0

1. Comprende Educación y Universidades.

2. Comprende COOPOP, INP, PCM, SINADEPS y otros.

Holanda se orienta hacia los sectores de Agricultura, Transportes y Educación, con especial atención en las áreas de producción ganadera y agroindustrial, desarrollo rural, capacitación portuaria, estudios, hidrográficos, educación inicial y laboral. El Canadá, por su parte, promueve acciones de cooperación en los campos de Educación y Agricultura, preferentemente en investigación y producción agropecuaria y forestal, y en la educación básica laboral.

Los sectores de mayor incidencia de la cooperación japonesa son los de Energía y Minas, Pesquería, Comunicaciones y Vivienda, con énfasis en las áreas de prospección y exploración minera, producción y tecnología pesquera, telecomunicaciones y servicios de agua potable y alcantarillado. La cooperación francesa se dirige, a su vez, casi exclusivamente al sector Educación en las áreas de investigación y docencia superior en mecánica, electricidad y electrónica, mientras que Bélgica incide en Agricultura e Industria, preferentemente en las áreas del desarrollo rural, forestales, y capacitación industrial.

En lo que se refiere a los organismos internacionales, cabe distinguir entre aquéllos de carácter especializados como el Programa Mundial de Alimentos, la FAO, la Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA), la OMS/OPS, la UNESCO, etc. que cooperan con el país desarrollando programas y proyectos en sus respectivos campos de especialización, y otros organismos internacionales de cooperación y de financiamiento del desarrollo económico y social, cuyas acciones abarcan diversos sectores. Entre estos últimos podemos citar al Banco Interamericano de Desarrollo (BID), cuya cooperación técnica privilegia a la Agricultura, Salud y a los proyectos multisectoriales en las áreas de producción agropecuaria, irrigaciones, capacitación empresarial agrícola, agua potable y alcantarillado y servicios materno-infantiles. El PNUD, por su parte, financia proyectos de CTI preferentemente en Energía y Minas, Industrias, Agricultura y proyectos multisectoriales, con énfasis especial en las áreas de desarrollo rural, extracción y transformación agraria, energía nuclear, industrial-metal-mecánica, electrónica y petroquímica. Otros organismos internacionales como la OEA y el Comité Intergubernamental para las Migraciones (CIM), dirigen el grueso de sus acciones de cooperación al campo de la Educación, con énfasis en educación superior, cultura y ciencia y tecnología.

Finalmente, tanto el UNICEF como el Fondo de las Naciones Unidas para Actividades de Población (UNFPA) coinciden en actividades de cooperación en el campo de los servicios materno-infantiles, enfatizando el primero de los nombrados acciones en nutrición, educa-

ción inicial y desarrollo rural mientras que el UNFPA apoya la recopilación estadística y los censos de población.

Las instituciones privadas de CTI deben inscribirse en un registro especialmente habilitado en el Ministerio de Relaciones Exteriores, inscripción que debe renovarse periódicamente. Sin embargo, muchos organismos no se inscriben o no renuevan su registro en los plazos fijados, por lo cual sus acciones de CTI no son tomadas en cuenta en las estadísticas oficiales.

Finalmente, debe mencionarse que el INP estima en aproximadamente US\$ 2 millones anuales el monto de la cooperación técnica internacional proveniente de fuentes no registradas por los canales oficiales, principalmente originada en institutos internacionales de carácter privado que guardan relaciones directas con sus similares peruanas o con personas naturales. Este monto es aproximadamente un poco más de 3% del total de la CTI registrada en 1982 y bien pudiera exceder dicha cantidad, mas no se cuenta con información que permita confirmar o desmentir dicho cálculo.

Cooperación Internacional, Ciencia y Tecnología, e Investigación y Desarrollo

En el decenio de 1970 se dieron en el Perú dos procesos simultáneos: la consolidación de la estructura gubernamental de política científica y tecnológica, y el establecimiento de una política deliberada de cooperación técnica internacional. En dichos años se crearon los institutos sectoriales de ciencia y tecnología como complemento al consejo Nacional de Investigación, organizado en 1968-1969. De la misma forma, se constituyó el sistema de cooperación técnica internacional alrededor del Instituto Nacional de Planificación.

Pese a que la universidad peruana experimentó una aguda crisis durante el decenio de 1970, las actividades de desarrollo científico y tecnológico, y la investigación y desarrollo en particular, continuaron un proceso de expansión que se inició hace 25 años. Estudios realizados por el Consejo Nacional de Investigación (luego Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONCYTEC) sobre el potencial científico y tecnológico y su evolución en el período 1970-1980 permiten afirmar que entre dichos años el número de proyectos de investigación que se llevaron a cabo en el país casi se cuadruplicó, aumentando en tres veces el número de investigadores involucrados. En lo que respecta a los re-

curso financieros dedicados a ciencia y tecnología, estos se incrementaron en nueve veces en términos constantes entre 1970 y 1980. En este último año, y según el diagnóstico elaborado por el CONCYTEC, se dedicó un total aproximado del US\$ 120 millones en actividades de ciencia y tecnología, de los cuales casi US\$ 100 millones correspondieron al sector gubernamental.

La importancia que tiene la inversión gubernamental en ciencia y tecnología puede también apreciarse claramente en el Cuadro N° 7-5 que muestra que el gasto del gobierno en actividades de ciencia y tecnología alcanzó en 1980 más del 80% del total de recursos movilizados en dicho año. Si sumamos al sector gubernamental las empresas del estado y las universidades estatales el porcentaje del gasto público se eleva a más del 90%, monopolizando en la práctica la inversión en ciencia y tecnología que se llevó a cabo en dicho año en el país. Más aún, desagregando los recursos financieros destinados a actividades de ciencia y tecnología según sectores gubernamentales y fuentes de financiamiento resulta particularmente interesante notar que la mayor parte del gasto en actividades de ciencia y tecnología durante 1980 corresponde a los aportes de los propios organismos, es decir, directamente de recursos provenientes de sus propios presupuestos lo que alcanza un porcentaje del 60.8% y un valor de casi US\$ 60 millones.⁵

La cooperación técnica internacional ha jugado un papel importante en la promoción de las actividades científicas y tecnológicas a lo largo de todo el decenio de 1970, particularmente en ciertos sectores. Asimismo, puede afirmarse que dentro de los componentes de las actividades científicas y tecnológicas, la cooperación internacional se ha dirigido en proporciones significativas a la investigación y desarrollo. El Cuadro N° 7-6 permite apreciar los recursos de la CTI dedicados a actividades de investigación y desarrollo entre 1975 y 1982, en montos reales y porcentajes. Por ejemplo, puede apreciarse que más del 80% del total de la cooperación en el campo de la Pesquería fue dedicada a impulsar la investigación y desarrollo, lo que parece configurar una clara política de impulsar la investigación con recursos internacionales provenientes principalmente de Japón, República Federal Alemana, Holanda y fuentes multilaterales.

Destaca igualmente el caso del sector Agropecuario que dedicó a actividades de investigación y desarrollo casi un 30% del total de los

5. CONCYTEC: "Diagnóstico Nacional de las Actividades y Recursos Científico-Tecnológicos: 1980-1981" (mimeo) 1982. Véase también el capítulo 7 del presente libro.

recursos de CTI comprometidos en dicho período, seguido por Energía y Minas que alcanzó un 20% de recursos de CTI dedicados a igual finalidad. En este último caso debe mencionarse que los gastos fundamentales de investigación y desarrollo estuvieron destinados a la puesta a punto del Reactor Nuclear Experimental que se viene contruyendo desde finales del decenio de 1970 en Huarangal. En el caso del sector Educación, debe puntualizarse que los recursos de cooperación internacional en investigación y desarrollo estuvieron dirigidos principalmente a las universidades, y, en la mayor parte de los casos, se apoyaron actividades de fomento de la investigación básica y aplicada. En lo que concierne a este sector, el monto de los recursos destinados a investigación y desarrollo pudiera ser menos significativo que la transferencia tecnológica y de conocimientos implicada en las acciones de cooperación internacional a través de intercambio de personas y becas.

En lo que se refiere a Industrias, el bajo monto de recursos de la cooperación internacional dedicados a investigación y desarrollo puede deberse, como se analizará con más detenimiento en el siguiente capítulo, al hecho de la existencia de recursos internos provenientes de asignaciones específicas destinadas al impulso de la investigación científica y tecnológica en el sector.

Pese al nivel relativamente bajo en cuanto a su monto, puede decirse que los recursos de la cooperación internacional dedicados al desarrollo científico y tecnológico del país han sido importantes y significativos, particularmente en los sectores de Agricultura y Pesquería. La cooperación internacional ha permitido la movilización de importantes recursos nacionales como contrapartida y ha reforzado las políticas internas destinadas a impulsar la ciencia y la tecnología en el marco del desarrollo general del país.

En este contexto, las actividades de investigación y desarrollo han merecido una atención preferente y su importancia no puede medirse únicamente en función de los recursos financieros invertidos, sino en la transferencia de conocimientos que han posibilitado. Igualmente, la cooperación internacional ha permitido el equipamiento de centros de investigación, universidades, laboratorios y bibliotecas; ha posibilitado la formación de investigadores, científicos y docentes, contribuyendo a un intercambio enriquecedor de experiencias con sus similares de otros países; y ha complementado el esfuerzo nacional, aun cuando se nota la ausencia de políticas deliberadas para obtener el máximo provecho de la cooperación internacional en apoyo de la creación de una capacidad científica y tecnológica propia.

CUADRO N° 7-5

DISTRIBUCIÓN SECTORIAL DE LOS RECURSOS FINANCIEROS
INVERTIDOS EN ACTIVIDADES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (1980)
(En Millones de Soles)

Sector	Monto	%
Gubernamental	28,046324,306	81.8
Universitario Estatal	1,540'954,770	4.5
Universitario Privado	512373,950	1.5
Productivo Estatal	1,432'091,000	4.2
Productivo Mixto	49000,000	0.2
Productivo Privado	364'898,719	1.0
Particular	2,350'261,211	6.8
Total	34,295*901,956	100.0

Fuente: Datos proporcionados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC)

CUADRO N° 7-6
COOPERACIÓN TÉCNICA INTERNACIONAL (CTI) Y GASTO
ENTNVESTIGACION Y DESARROLLO (I&D) EN ALGUNOS
SECTORES SIGNIFICATIVOS 1977-1982
(En Miles de Dólares US\$)

Años	Agricultura	Industrias ¹	Salud	Energía y Minas	Educación ²	Pesquería
1975						
(a) CTT	5,542.4	1,030.4	454.1	1,075.6	5,056.2	2,218.9
(b) I y D	574.2	348.7	38.0	113.6	839.5	925.3
(b)/(a) x 100	10.4	11.5	8.4	10.6	16.6	41.4
1976						
(a) CTI	5,658.7	3,153.0	1,100.1	2,253.1	5,327.6	3,977.6
(b) I y D	1,526.7		31.2	368.0	1,243.2	2,013.9
(b)/(a) x 100	27.0		2.8	16.3	23.3	50.6
1977						
(a) CTI	7,898.3	2,536.5	1,470.8	4,403.4	4,768.5	4,820.0
(b) I y D	2,439.6	13.0	98.6	426.8	657.0	4,070.7
(b)/(a) x 100	30.9	0.5	6.7	9.7	13.8	84.4
1978						
(a) CTI	10,885.7	2,346.1	2,982.2	2,613.6	6,903.8	7,018.0
(b) I y D	2,951.3	150.0	161.1	253.0	1,058.8	6,562.2
(b)/(a) x 100	27.1	6.4	5.4	9.7	15.3	93.5
1979						
(a) CTI	11,769.8	2,314.4	3,592.1	3,977.5	7,197.9	2,866.3
(b) I y D	3,112.4	65.0	165.6	587.0	552.0	2,709.3
(b)/(a) x 100	26.4	2.8	4.6	14.8	7.7	94.5
1980						
(a) CTI	13,713.1	2,050.6	2,356.5	4,276.6	8,160.9	3,920.4
(b) I y D	4,350.6	276.0	120.6	907.3	998.8	3,362.3
(b)/(a) x 100	31.7	13.4	5.1	21.2	12.2	85.8
1981						
(a) CTI	15,604.0	1,655.5	3,897.0	4,953.4	7,829.5	3,722.3
(b) I y D	5,794.9	155.4	197.7	1,223.3	1,783.4	3,106.7
(b)/(a) x 100	37.1	9.4	5.1	24.7	22.5	83.5
1982						
(a) CTI	14,974.7	2,851.3	4,213.5	3,928.4	7,064.8	2,789.3
(b) I y D	4,723.2	98.5	525.4*	1,559.9	1,057.0	2,401.0
(b)/(a) x 100	31.5	3.4	12.5	39.7	15.0	86.1
Total 1975/1982						
(a) Cn	86,046.7	19,937.8	20,066.3	27,481.6	52,309.2	31,332.8
(b) I y D	25,472.9	1,106.6	1,072.7	5,438.9	8,169.7	25,151.4
(b)/(a) x 100	29.6	5.5	5.3	19.8	15.6	80.3

1. Incluye Turismo e Integración.

2. Incluye universidades, cuyos proyectos pueden categorizarse en otros sectores.

3. Incluye un monto de 265.5 mil dólares US por la cooperación internacional a un proyecto que en los años 79 y 80 aparece dentro del sector salud, mientras que en 1987, se le ubica como proyecto multisectorial.

Fuente: Instituto Nacional de Planificación (ENP); elaboración de los autores.

VEINTE AÑOS DE CRISIS Y
UNA SITUACIÓN DESESPERADA:
CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL PERÚ
DE LOS OCHENTA

Este ensayo presenta una descripción general de la situación del esfuerzo científico y tecnológico del Perú a mediados del decenio de 1980. A pesar de las dificultades en obtener datos cuantitativos confiables, se ha puesto énfasis en compilar una serie de cuadros estadísticos que permitan apreciar las principales características de las actividades científicas y tecnológicas en el Perú. Luego de un examen de los antecedentes de la crítica situación en que se encuentra el sistema científico y tecnológico en la actualidad, se analiza la situación peruana en el contexto latinoamericano, para terminar con un examen de las perspectivas futuras de la ciencia y la tecnología en el Perú.

Antecedentes de la situación actual

Pese a que en el Perú se fundó una de las universidades más antiguas de América, a que durante la Colonia se realizaron numerosos trabajos de carácter científico, y a que hacia la segunda mitad del Siglo XIX se iniciaron las actividades de ingeniería en forma sostenida, el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el Perú empieza sólo en el Siglo XX, particularmente después de la Segunda Guerra Mundial. Aceptando que anteriormente existieron esfuerzos aislados en campos tales como la medicina, la extracción de minerales y la experimentación agrícola, sólo al tomar fuerza el proceso de industrialización a partir del decenio de 1950 se vincula en forma sistemática la ciencia y la tecnología a las actividades productivas.

La toma de conciencia sobre la importancia de los aspectos tecnológicos para el desarrollo económico y sobre la necesidad de promo-

ver las actividades científicas se cristalizó en una serie de reuniones que tuvieron lugar en 1966-1968 en Paracas, El Bosque y Ancón, donde científicos, ejecutivos, funcionarios de gobierno y miembros de las Fuerzas Armadas se reunieron con un grupo de académicos norteamericanos. El intercambio de ideas que tuvo lugar en estas reuniones, que trataron sobre la acción del gobierno en la promoción de la actividad científica y tecnológica, culminaría más tarde en una propuesta para crear un Consejo Nacional de Investigación (CONI).

Estos esfuerzos, unidos a los de misiones de la UNESCO y de la OEA, a la perseverancia de unos pocos científicos peruanos y a la receptividad de algunas autoridades, llevaron a fines de 1968 a la creación del Consejo Nacional de Investigación por parte del gobierno de la Fuerza Armada. Al conformarse este Consejo, recibió apoyo financiero y técnico de la OEA para realizar *un* conjunto de estudios de base, a los cuales se debe el conocimiento de la situación de la ciencia y la tecnología en el Perú en el decenio de 1960¹.

De acuerdo a estos estudios de base, durante el periodo 1960-1970, el sistema universitario peruano triplicó su número de estudiantes, pese a lo cual en 1970 gastó sólo el 1.8% de su presupuesto (US\$ 1.5 millones) en investigación. Por otra parte, en 1970 el Perú contaba con 184 institutos de investigación que empleaban alrededor de 2,900 personas, de las cuales sólo la mitad se dedicaba a investigación, la mayoría de ellas a tiempo parcial. El gasto en investigación y desarrollo para 1970 se estimó en alrededor de US\$ 6 millones. En ese mismo año, los centros de investigación ejecutaron 1,100 proyectos, lo que da un promedio de 1.7 investigadores y de US\$ 5,200 por proyecto.

Esto indica que al inicio del decenio de 1970 el Perú tenía un sistema universitario que había experimentado un crecimiento explosivo, pero en el cual la investigación científica y tecnológica era marginal, y que se había establecido un conjunto de instituciones de investigación, la mayoría de las cuales no contaba con la masa crítica de personal altamente calificado y de recursos necesarios para hacer buena ciencia y tecnología. Además, una serie de estudios sectoriales sobre contratos de licencia, realizados también con apoyo de la OEA, demostraría que se carecía de los mecanismos e instrumentos para regular los flujos de tecnología importada.

I. Véase, por ejemplo, *Potencial Científico y Tecnológico del Perú*, Lima, Consejo Nacional de Investigación, 1974, y la serie de estudios sobre transferencia de tecnología publicados entre 1974 y 1976 por esa institución.

A menos de un año de su creación, y por razones vinculadas a enemistades políticas personales entre altos jefes del Gobierno Militar, el Consejo Nacional de Investigación perdió rápidamente apoyo político y se limitó a realizar algunos estudios de base. Por otra parte, durante el decenio de 1970 surgieron institutos de investigación sectoriales como el ITINTEC en industrias, el INCIMETI en minería (luego incorporado al INGEMMET), y el INICTEL en telecomunicaciones, los cuales contaron con fuentes relativamente estables de fondos y con más apoyo político, al menos hasta 1977-1978. Asimismo, bajo el estímulo de la Decisión 24 del Pacto Andino, se establecieron mecanismos para regular el flujo de tecnología importada en la forma de "Organismos Nacionales Competentes" para el registro y evaluación de contratos de licencia en varios ministerios.

Los años setenta fueron un período de problemas y contrastes para el desarrollo científico y tecnológico en el Perú. A la creación de instituciones sectoriales como el ITINTEC, que pusieron en práctica mecanismos innovadores para promover la investigación tecnológica, se unió el abandono casi total de la investigación universitaria —a la cual se puso en una situación de penuria crítica— y la migración de personal altamente calificado. Simbólicamente, así como en noviembre de 1968 la creación del Consejo Nacional de Investigación fue uno de los primeros actos del Gobierno de la Fuerza Armada, un Decreto Ley declarando al Consejo en reorganización fue uno de sus últimos actos en julio de 1980. Esta reorganización llevaría un año más tarde a la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC).

La capacidad científica y tecnológica peruana en el contexto latinoamericano

Las cifras más recientes de que se dispone sobre la situación de la ciencia y la tecnología en el Perú se refieren al año 1980 y provienen de un inventario realizado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). El Cuadro N- 8-1 resume la información disponible para 11 países en lo referente a recursos humanos y financieros asignados a investigación y desarrollo (I&D). Puede apreciarse que al iniciarse el decenio de 1980 el Perú contaba con cerca de 5,000 científicos e ingenieros dedicados a I&D, si bien mucho menos de la mitad de ellos se dedicaba a estas actividades a tiempo completo. El número de investigadores en el Perú es similar al de la mayoría de los países

CUADRO N- 8-1

RECURSOS HUMANOS Y FINANCIEROS EN I&D PARA ALGUNOS PAÍSES LATINOAMERICANOS

PAÍSES	Año	Científicos e Ingenieros en I&D		Gastos Totales en I&D (V\$)			Proyectos	Autores
		No Total (PF)	por 100,000 habitantes	Monto (millones)	Per cápita	% del PNB		
PAÍSES GRANDES								
Argentina	1982	18,929	64.92	683.70 (12)	24.21	0.47 (2)	11,243	1,529
Brasil	1984	32,508 (1) (3)	25.62	1,231.24	*(4)	9.28 0.58	8,030 (8)	2,394 (1)
México	1982	18,247 (5) (6)	23.68	442.71 *(7)	6.05	0.27 (2)	13,689 (5)	1,089
PAÍSES ANDINOS								
Colombia	1982	4,769	17.71	42.97	1.60	0.15	1,771	112
Chile	1982	4,530 (9)	39.46	98.45	8.57	0.41 (2)	3,111	1,083
Ecuador	1979	766	9.70	11.63	1.47	0.13	556	14
Perú	1980	4,858- (6)	28.09	64.23 *(10)	3.71	0.30 *(2)	4,367	90
Venezuela	1984	4,568 (9) (11)	27.86	316.84	18.80	0.39 (2)	6,197 (11)	464 (11)
CENTROAMERICA Y EL CARIBE								
Costa Rica	1981	850	36.29	5.19	2.22	0.16	737	60
Cuba	1984	13,837	138.84	195.42 (13)	19.61	0.65 (14)	1 3 3 (15)	142 (11)
R. Dominicana	1981	100 (12)	1.80	3.80	0.67	0.35 (2)	351 (12)	12 (12)

* Cifras estimadas

(1) Corresponde a 1982.

(2) En relación al Producto Bruto Interno (PBI).

(3) En equivalente a jornada completa.

(4) Corresponde a gastos nacionales en C y T.

(5) Corresponde a 1984

(6) Corresponde al personal investigador

(7) El gasto en I+D se ha calculado a partir del porcentaje del PBI que corresponde al gasto en CyT.

Fuentes: Programa Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (1984) e Informe Nacional de México (1981).

(8) Sólo incluye proyectos en análisis y contratados

(9) Corresponde a "Científicos y Tecnólogos".

(10) Cifra estimada según el porcentaje de investigadores sobre el número total de científicos en cada sector de ejecución.

(11) Corresponde a 1983.

(12) Corresponde a 1980.

(13) Se ha calculado tomando como tasa de cambio US\$ 1=0.83 pesos, válida para 1982.

(14) Como porcentaje del Producto Social Global (PSG).

(15) Corresponde a los temas de los 77 problemas principales de investigación. Dato de 1980.

Fuentes: Francisco R. Sagasti y Cecilia Cook, "Tiempos Difíciles: Ciencia y Tecnología en América Latina durante el Decenio de 1980", GRADE, Lima, diciembre 1985.

Andinos, y se diferencia claramente del de los tres países grandes —Argentina, Brasil y México— que cuentan con un número entre cuatro y seis veces mayor de científicos e ingenieros dedicados a I&D.

Las cifras sobre gasto total en I&D son muy difíciles de comparar, no sólo por problemas de inflación y tasas de cambio, sino porque la mayoría de países de la región no ha logrado recopilar de manera continua datos confiables sobre el tema. Por ejemplo, si se tomara en cuenta los recursos financieros efectivamente dedicados a la investigación (descontando gastos administrativos, personal dedicado a servicios generales, tiempo asignado a labores docentes, etc.), los cálculos del gasto en I&D para el Perú sobreestiman ampliamente las cifras reales. En contraste, llama la atención el caso de Colombia, que — pese a tener una actividad de investigación más vigorosa que la peruana — parecería dedicar menos recursos a I&D. Esto se debe, entre otras razones, a que las cifras colombianas se compilan con una definición más rigurosa de lo que constituye investigación.

El Cuadro N° 8-2 presenta una serie de indicadores sobre productividad del esfuerzo de investigación, expresados en términos de número de proyectos, número de investigadores y gasto en I&D por cada autor que publica en revistas internacionales y por cada patente registrada por nacionales. Si bien estos indicadores no permiten calcular el rendimiento que se obtiene de los recursos asignados a investigación —para esto sería necesario medir directamente la producción de ciencia y de tecnología, algo imposible en la actualidad—, al menos permiten una primera aproximación al tema de la productividad, sobre todo si se adopta una perspectiva comparativa.

Los indicadores sugieren que el Perú tiene una productividad científica muy baja en comparación con el resto de países latinoamericanos. En efecto, con un autor científico por cada 54 investigadores el Perú sólo superaría a Ecuador (un país que cuenta con menos de la cuarta parte de científicos que el Perú), y se encuentra muy por debajo de Chile, donde publica uno de cada 4.2 investigadores. Además, mientras que en Chile se requiere de US\$ 90,000 de gasto por cada autor que publica en una revista internacional, en el Perú la cifra correspondiente es de US\$ 710,000, monto superado sólo por Brasil —país que tiene una inversión en I&D 20 veces mayor que la del Perú. Por otra parte, el único indicador disponible para comparar la productividad tecnológica es el número de patentes registradas por nacionales en relación al número de proyectos de investigación, al número de investigadores y al gasto en I&D. Al igual que en el caso de la productividad científica, el

CUADRO No 8-2

INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA * **
PARA ALGUNOS PAÍSES DE AMERICA LATINA

PAÍSES	Año	Proyectos/ Autores	Investig./ Autores	Gasto I&D/ Autores	Proyectos/ Patentes	Investig./ Patentes	Gasto I&D/ Patentes
PAÍSES GRANDES							
Argentina	1982	7.35	12.38	•45 (1)	7.07 (2)	11.91 (2)	.43 (1) (2)
Brasil	1982	3.35 (3)	13.58	.75	16.73 (2) (3)	67.72 (2)	3.74 (2)
México	1980	14.62 (3)	11.12	.40	78.67 (3)	59.84	2.14
PAÍSES ANDINOS							
Colombia	1982	15.81	42.58	.38	49.19 (4)	132.47 (4)	1.19 (4)
Chile	1982	2.87	4.18	.09	43.82 (2)	63.80 (2)	1.39 (2)
Ecuador	1979	39.71	54.71	.83	139.00 (5)	191.50 (5)	2.91 (5)
Perú	1980	48.52	53.98	.71	118.03 (4)	131.30 (4)	1.74 (4)
Venezuela	1980	7.94	8.58	.59	29.82 (5)	32.22 (5)	2.22 (5)
CENTRO AMERICA Y CARIBE							
Costa Rica	1981	12.28	14.17	.09	56.69 (2)	65.38 (?)	0.40 (2)
R. Dominicana	1980	29.25	8.33	0.32 (6)	50.14 (5)	14.29 (5)	•54 (5) (6)

* El gasto en I&D esta expresado en millones de US\$ corrientes.

** El número de patentes se refiere a aquellas registradas por residentes.

(1) El gasto en I&D corresponde a 1980.

(2) El número de patentes corresponde a 1980.

(3) El número de proyectos corresponde a 1984.

(4) El número de patentes corresponde a 1979.

(5) El número de patentes corresponde a 1978.

(6) El gasto en I&D corresponde a 1981.

Fuente: Francisco R. Sagasti y Cecilia Cook, "Tiempos Difíciles: Ciencia y Tecnología en América Latina durante el Decenio de 1980", GRADE, Lima, diciembre de 1985.

<u>Gastos Totales en I&D (US\$)</u>			
Monto, (millones)	Per cápita	% del PNB	
683.70	(12)	24.21	0.47 (2)
1,231.24	*(4)	9.28	0.58 (2)
442.71	*(7)	6.05	0.27 (2)

Perú sólo supera a Ecuador en este rubro.

Una apreciación de los flujos financieros asociados a los diferentes canales de transferencia tecnológica indica que el Perú recibe una abrumadora mayoría —alrededor del 95 %— de su tecnología extranjera a través de la importación de maquinaria y equipo, y que los pagos por regalías y la inversión extranjera representan una fracción muy pequeña de estos flujos (Cuadro N°. 8-3). Si bien muchas veces la importación de maquinaria y equipo está vinculada a los contratos de licencia que generan pagos por regalías, queda claro que la atención casi exclusiva que se ha prestado a este último canal —sobre todo por parte de los organismos gubernamentales— contrasta con su escasa importancia relativa. En la región, sólo Colombia destina un porcentaje menor al pago de regalías, y el Perú es el país con menor peso relativo de inversión extranjera entre estos canales de transferencia tecnológica.

Cabe destacar, nuevamente, el problema de la confiabilidad de los indicadores científicos y tecnológicos. Para analizar los flujos efectivos de transferencia de tecnología, sería necesario estimar el "contenido tecnológico" de la inversión extranjera, de la maquinaria y el equipo importado, y de los contratos de licencia, a los cuales habría que añadir la importación de servicios de consultoría e ingeniería. Esto es prácticamente imposible en la actualidad, y sólo se puede estimar de manera aproximada la magnitud de los flujos tecnológicos que ingresan al país a través de los diferentes canales.

Por último, es interesante examinar el impacto de la crisis económica que experimentó América Latina a principios del decenio de 1980 sobre el desarrollo y la consolidación de la capacidad científica y tecnológica regional (Cuadro N° 8-4). Los indicadores permiten apreciar que la crisis de 1981-1983 afectó significativamente el gasto en I&D en varios países de la región. Por ejemplo, Brasil y México experimentaron reducciones significativas en el nivel de gasto en I&D entre 1982 y 1983, un año después de que estalló la crisis, si bien los niveles de gasto se recuperarían en México hacia 1984 y en Brasil un año más tarde.

Es notable la reducción del gasto en I&D que experimentó el Perú. Haciendo la salvedad de que se trata de cifras estimadas en base a informaciones parciales provenientes del CONCYTEC, la crisis económica de 1983 habría generado una brusca caída en el gasto en I&D: en 1984 éste fue menos de la mitad del gasto de 1981. No se dispone de cifras para 1985 y 1986, pero aparte de una posible recuperación en este último año, debida principalmente a un mayor gasto del gobierno central

CUADRO N- 8-3

PAGOS ASOCIADOS CON DIFERENTES CANALES PARA LA IMPORTACIÓN DE
TECNOLOGÍA EN ALGUNOS PAÍSES LATINOAMERICANOS
(en millones de US\$)

PAÍSES	C A N A L E S						TOTAL	
	Inversión Extranjera Directa (1982)		Importación de Bienes de Capital (1982)		Pago de Regalías y Derechos			
	Monto	%	Monto	%	Monto	%		
PAÍSES GRANDES								
Argentina	250.70	12.10	1,460.00	70.47	361.10 (1)	17.43	2,071.80	100.00
Brasil	2,634.80	42.79	3,304.00	53.66	218.00 (2)	3.54	6,156.80	100.00
México	708.70	10.65	5,485.00	82.40	462.70 (3)	6.95	6,656.40	100.00
PAÍSES ANDINOS								
Bolivia	34.70	18.49	150.00	79.91	3.00 (1)	1.60	187.70	100.00
Colombia	336.80 *	19.5^	1,377.00	80.00	7.40 (1)	.43	1,721.20	100.00
Ecuador	60.00 (4)	8.62	624.00	89.68	11.80 (5)	1.70	695.80	100.00
Perú	55.10	4.96	1,049.00	94.34	7.86 (1)	.71	1,111.96	100.00
Venezuela	253.00	6.49	3,487.00 •	89.48	157.02 (1)	4.03	3,897.02	100.00

* Datos provisionales.

(1) - 1982

(2) - 1983

(3) - 1980

(4) - 1981

(5) - 1977. Corresponde a pagos por transferencia de tecnología.

Fuente: Francisco R. Sagasti y Cecilia Cook, "Tiempos Difíciles: Ciencia y Tecnología en América Latina durante el Decenio de 1980", GRADE, Lima, diciembre de 1985.

CUADRO N° 8-4

INDICADORES ECONÓMICOS, CIENTÍFICOS Y
TECNOLÓGICOS PARA SEIS PAÍSES DE AMÉRICA
LATINA

Países / Indicadores	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Argentina						
PBI per capita (US\$ de 1970)	1,346	1,334	1,231	1,150	1,166	1,177
Tasa de crecim. anual del PBI	--	.7	(6-2)	(5.1)	3.0	2.5
Gasto en I&D (US\$ mili.)	--	683.70	--	--	--	--
Pagos/Regalías (US\$ mili.)	156.7	239.2	246.2	361.1	483.9	--
Brasil						
PBI per capita (US\$ de 1970)	846	887	853	842	798	808
Tasa de crecim. anual del PBI	--	7.2	(1.6)	1.0	(3-2)	3.6
Gasto en I&D (US\$ mili.)	1,261.6	1,347.2	1,644.1	1,862.4	1,475.3	1,231.2
Pagos/Regalías (US\$ mili.)	313.0	321.0	276.0	240.0	218.0	--
México						
PBI per capita (US\$ de 1970)	1,295	1,366	1,436	1,391	1,284	1,280
Tasa de crecim. anual del PBI	--	8.4	8.0	(.5)	(5-3)	2.3
(1) Gasto Gobierno I&D (US\$ mili.)	416.3	671.5	876.1	795.1	591.8	978.1
Pagos/Regalías (US\$ mili.)	--	462.70	--	--	--	--
Chile						
PBI per capita (US\$ de 1970)	984	1,045	1,088	917	895	927
Tasa de crecim. anual del PBI	--	7.8	5.7	(14.4)	(-8)	5.3
Gasto en I&D (US\$ mili.)	92.4	119.6	123.6	95.8	--	--
Pagos/Regalías (US\$ mili.)	--	--	--	--	--	--
Perú						
PBI per capita <US\$ de 1970)	682	690	698	683	593	598
Tasa de crecim. anual del PBI	--	3.9	3.9	.4	(10.9)	3.5
(2) Gasto en I&D (US\$ mili.)	--	64.2	69.8	59.1	52.3	* 30.0
Pagos/Regalías (US\$ mili.)	5.02	7.48	4.02	7.86	4.25	--
Venezuela						
PBI per capita (US\$ de 1970)	1,380	1,310	1,267	1,239	1,147	1,097
Tasa de crecim. anual del PBI	--	(2.0)	(.3)	.7	(4.8)	(1.7)
Gasto CONICIT (US\$ mili.)	14.9	18.8	22.8	22.8	19.85	19.08
Pagos/Regalías (US\$ mili.)	101.0	--	--	--	--	--

* Cifras estimadas
Indica dato no disponible

(1) Corresponde al gasto del Gobierno Federal en CyT

(2) El gasto para el año 1980 se ha calculado según el porcentaje de investigadores sobre el número total de científicos en cada sector de ejecución. Para 1981, 1982 y 1983 las cifras corresponden al gasto en investigación en CyT para las universidades nacionales e institutos de investigación estatales.

Fuente: Francisco Sagasti y Cecilia Cook, "Tiempos Difíciles: Ciencia y Tecnología en América Latina Durante el Decenio de 1980", Lima, Diciembre 1985.

y a la reactivación industrial (que se traduce en un incremento del gasto empresarial en I&D, debido a que las empresas están obligadas a dedicar el 2% de su renta neta a la investigación), no es posible esperar que se hayan dado cambios significativos.

Todo esto indica que, en términos de su capacidad científica y tecnológica, el Perú ocupaba una posición muy desfavorable en el contexto latinoamericano al iniciarse el decenio de 1980, y que la crisis económica de 1982-1983 agudizó aún más esta difícil situación.

La debilidad institucional del sistema científico y tecnológico peruano

El rasgo más sobresaliente del sistema científico y tecnológico peruano en la actualidad es la debilidad y vulnerabilidad de sus instituciones, producto de los frecuentes cambios organizativos, de la inestabilidad legislativa, de la fuga de talentos, de los excesivos controles administrativos, de la estrechez financiera y de las fluctuaciones presupuestales.

En el campo de la política científica y tecnológica, la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC) en 1981 - señala un hito importante. El apoyo del Gobierno a esta institución se manifestó en sucesivos incrementos presupuestales (que en el período 1981-1985 llegaría al 800%), lo que permitió contratar personal calificado para realizar estudios, incluyendo una actualización del inventario de recursos humanos y financieros para ciencia y tecnología; para iniciar algunas actividades de promoción tales como el "Programa Permanente de Apoyo al Investigador", consistente en pequeñas subvenciones a los investigadores individuales; y para prestar servicios a los investigadores tales como la publicación de varios catálogos colectivos de publicaciones periódicas. La composición pluralista de su personal y de su Consejo Directivo, que incluyó a miembros de diversas tendencias políticas, le dio cierta credibilidad como institución rectora de la política científica y tecnológica.

Sin embargo, el remozado CONCYTEC no llegó a cubrir el enorme vacío que dejó la inoperancia del Consejo Nacional de Investigación durante el decenio 1970. El tibio y formal apoyo político del gobierno no se tradujo en una asignación de recursos para el Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT). De acuerdo a la ley orgánica del CONCYTEC, dicho Fondo debería ser el

órgano encargado de captar, gestionar, administrar y asignar recursos de fuentes tanto nacionales como extranjeras, pero nunca llegó a funcionar por falta de recursos presupuestales.²

Complementando los estudios del CONCYTEC, a principios del decenio de 1980 se empezó a contar con una serie de trabajos sobre política científica y tecnológica realizados por instituciones tales como el Grupo de Análisis para el Desarrollo (GRADE), el Centro de Estudios de Desarrollo Económico y Participación (CEDEP), la Universidad del Pacífico y la Universidad Católica³. La Oficina de Investigación y Capacitación del Instituto Nacional de Planificación (INP), que realizó una serie de estudios sobre política tecnológica en 1973-1978, dejó de lado esta actividad durante el periodo 1980-1985.

La debilidad del sistema científico y tecnológico peruano puede apreciarse claramente en los resultados del inventario sobre recursos para ciencia y tecnología en 1980 (Cuadro N° 8-5). Las cifras disponibles indican que para ese año se contaba con 370 instituciones de investigación, con 4,858 investigadores —la mayoría de los cuales trabajan a tiempo parcial— y con un total de 4,367 proyectos de investigación.

El gasto en I y D para 1980 ascendió aproximadamente a US\$ 64.23 millones, lo que representa el 0.3% del PBI. No se disponen de cifras susceptibles de comparación para otros años, si bien un estimado puntual para 1970 indica que se gastó alrededor de US\$ 6 millones en I&D. Esto indicaría que durante el decenio de 1970 se decuplicó el gasto en investigación y desarrollo.

El sector universitario estatal concentra el 50% de las unidades, los investigadores y los proyectos, seguido por el sector gubernamental cuya participación bordea el 30%. Esto contrasta en forma significativa con la distribución del gasto: el sector universitario estatal efectúa sólo el 5.3% del gasto total en I&D, mientras que el sector gubernamental concentra el 81.5% de los recursos financieros.

Como se adelantó en la sección precedente al reseñar el impacto de la crisis económica en la capacidad científica y tecnológica de América Latina, uno de los aspectos más preocupantes de la evolución reciente de la situación en el Perú ha sido la fuerte reducción de los recursos financieros asignados a ciencia y tecnología. Esto se aprecia con claridad

2. Véase Boletín del CONCYTEC Abril-Junio, 1985.

3. Véase la bibliografía al final de este libro y también Bruno Podestá y María Judith Roca Terry, *Bibliografía Peruana Comentada de Política Científica y Tecnológica*, Lima, GREDES, 1985.

CUADRO N- 8-5
PERÚ 1980: RECURSOS HUMANOS Y FINANCIEROS PARA INVESTIGACIÓN
Y DESARROLLO

Sector de Realización	Unidades (1)		Investigadores		Proyectos (2)		Gasto en lyD (3)	
	Nº	%	NP	%	Nº	%	Monto	%
Gubernamental	281	29.4	1,430	29.4	1,207	27.6	52.35	^1.5
Universitario Estatal	441	46.1	2,612	53.8	2,514	57.6	3.47	5.4
Universitario Particular	85	8.9	135	2.8	184	4.2	.96	1.5
Productivo Estatal	16	1.7	168	3.5	88	2.0	2.70	42
Productivo Privado	46	4.8	143	2.9	94	2.2	• .71	1.1
Particular	87	9.1	370	7.6	276	6.3	3.98	6.2
Productivo Mixto	1	.1	0	0.0	4	.1	.06	.1
Total	957	100.0	4,858	100.0	4,367	100.0	64.23	100.0

(1) Por unidad se refiere al grupo menor de personas que constituyen un equipo coherente de trabajo a cargo de la ejecución de uno o más proyectos de investigación y/o desarrollo, que laboran en 370 instituciones, las que constituyen el universo. No se incluye una unidad correspondiente a la Comisión Nacional Interuniversitaria.

(2) No se incluyen 51 proyectos correspondientes a la Comisión Nacional Interuniversitaria (CONAI).

(3) El gasto total se ha estimado según el porcentaje de investigadores sobre el número total de científicos en cada sector de ejecución. La distribución por sectores corresponde a la distribución existente para el gasto en ciencia y tecnología. Todas las cifras están en US\$ millones corrientes.

Fuentes: Marco A. Zevallos e Isabel Parravicini: "Diagnóstico Regional de las Actividades y Recursos Científicos y Tecnológicos, 1980-1981", Lima, CONCYTEC, 1985; y Francisco R. Sagasti y Cecilia Cook: "Tiempos Difíciles: Ciencia y Tecnología en América Latina Durante el Decenio de 1980", Lima GRADE, 1985.

en el Cuadro N°. 8-6, que muestra las asignaciones presupuestales iniciales de las 19 instituciones científicas y tecnológicas mas importantes del gobierno, las cuales concentraban más de las tres cuartas partes del gasto nacional en I y D hacia 1980.⁴

En términos globales, entre 1981 y 1985 las asignaciones al inicio del ejercicio presupucstal para estos 19 institutos se redujeron en un 42%, expresadas en Intis constantes de 1985 (de I/. 490 millones a I/. 280 millones), y en un 57% expresadas en dólares americanos corrientes (de US\$ 60 millones a US\$ 25.6 millones). Cabe destacar que la reducción presupucstal no afectó por igual a todas las instituciones, y que los sectores minero, industrial, pesquero y vivienda experimentaron las reducciones más significativas. También se puede observar un fuerte incremento en el presupuesto del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC), pero aún con un aumento presupucstal cercano al 800% en cinco años, su asignación en 1985 representó sólo el 2.2% del gasto total del gobierno en ciencia y tecnología. Una observación adicional es que dos instituciones —el Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria (INIPA) y el Instituto Pcaiano de Energía Nuclear (IPEN)— concentraron más del 70% del presupuesto gubernamental asignado a I&D durante el período 1981-1985.

Los Cuadros N° 8-7 y 8-8 presentan algunos datos sobre la evolución de la educación superior durante los últimos 25 años, los cuales indican que la expansión masiva del sistema universitario peruano estuvo acompañada de un fuerte deterioro en los recursos que le fueran asignados por el Tesoro Público. En efecto, la población de estudiantes universitarios se decuplicó entre 1960 y 1985, llegando a más de 350,000 alumnos en este último año; mientras que el número de docentes aumentó en siete veces en el mismo período, por lo que el número de alumnos por docente pasó de 8.3 en 1960 a 33.1 en 1985. Se observa también un gran aumento en el número de postulantes, de tal forma que durante los primeros años del decenio de 1980 ingresaba sólo una cuarta parte del total de postulantes.

Se observa también una baja proporción de graduados y/o titulados anuales, en relación al número total de alumnos matriculados.

4, Cabe destacar que las cifras del Cuadro No. 8-6 corresponden a los presupuestos iniciales de las instituciones, y que las frecuentes "reprogramaciones presupuestales" que se dieron en el gobierno durante este periodo permitieron aumentar en algo estos presupuestos. No se dispone de cifras consolidadas sobre los presupuestos realmente ejecutados.

CUADRO N° 8-6
PRESUPUESTOS DE LAS INSTITUCIONES GUBERNAMENTALES DE CIENCIA Y
TECNOLOGÍA*
(en miles de Inús de 1985)

Instituciones por Sector de Pertenencia	Presupuestos Iniciales Para CyT					Variación 1981-1985 (%) (3)
	1981	1982	1983	1984	1985	
Aeronáutica						
SENAMHI	7,844.5	7,131.5	5,315.4	4,514.6	4,083.0	— 48.0
CONIDA	1,384.3	1,017.1	1,107.4	1,469.8	1287.0	— 7.0
Sub total	9,228.8	8,148.6	6,422.8	5,984.4	5,370.0	— 41.8
Agricultura						
INIPA (1)	174,424.9	162,341.0	170,347.8	209,201.0	153,013.0	— 12.3
INDDA (2)		7,751.1	7,386.2	4211.7	7,614.0	— 1.8
Sub total	174,424.9	170,092.1	177,734.0	213,412.7	160,627.0	— 7.9
Educación						
CONCYTEC	713.3	5,354.5	6,389.6	7,101.2	6,361.0	791.8
IGP	9,901.8	8,803.3	7,031.8	4,915.0	7,168.0	— 27.6
INABEC	4,518.3	3,749.3	2,602.3	2,836.8	2,497.0	— 44.7
Sub total	15,133.3	17,907.1	16,023.7	14,853.0	16,026.0	5.9
Energía y Minas						
INGEMMET	21,687.7	12,883.5	11,788.0	9,053.0	8239.0	— 62.0
IPEN	183,038.2	145,926.9	117,597.9	75,724.2	52,966.0	— 71.1
Sub total	204,725.9	158,810.3	129,385.9	84,777.2	61,205.0	— 70.1
Industria, Turismo e Integración						
ITINTEC	43,619.5	39,554.1	40,015.1	19,233.3	16,441.0	-62.3
Subtotal	43,619.5	39,554.1	40,015.1	19,233.3	16,441.0	— 62.3
Instituto Nacional de Planificación						
ONERN	6,902.4	8,055.1	5,963.2	4,483.0	4,291.0	— 37.8
Sub total	6,902.4	8,055.1	5,963.2	4,483.0	4,291.0	— 37.8
Pesquería						
IMARPE	20,822.5	18,074.3	14,844.4	13,138.3	9,863.0	— 52.6
ITP	8286.7	6,196.2	3,870.3	2,296.8	2,131.0	— 74.3
Sub total	29,109.2	24,270.5	18,714.7	15,435.1	11,994.0	— 58.8
Trabajo y Promoción Social						
CENIP	134.0	1,811.5	1,256.9	1,006.2	1,051.0	— 18.8
IET	-,-		398.7	237.1	682.0	71.1
np	-,-		819.5	611.1	580.0	— 29.2
Sub total	1294.0	1,811.5	2,475.0	1,854.3	2,313.0	78.8
Transportes y Comunicaciones						
INICTEL	3,520.4	4,096.6	5,188.1	3,405.7	2^31.0	— 28.1
INAIT			575.8	545.2	454.0	— 21.2
Subtotal	3,520.4	4,096.6	5,763.9	3,951.0	2,985.0	— 15.2
Vivienda						
TMNVI	-,-	-,-	708.7	429.3	326.0	— 54.0
Sub total	-,-	-,-	708.7	429.3	326.0	— 54.0
TOTAL	487,958.41	432,745.9	403,207.0	364,413.4	281,578.0	— 42.3
(mili. US\$ corr.)	60.10	53.1	44.7	39.9	25.6	— 57.3

(*) Se trata de presupuestos iniciales.

(1) Incluye a CESC-A. INTOR C INIA para los dos primeros años. Posteriormente se fusionaron con el INIPA.

(2) Incluido en INIPA.

(3) En las entidades para las cuales no se tiene información de los primeros años, se ha tomado la variación entre el primer y el último año disponible.

Puente: Elaboración propia a partir de información proveniente de diversos documentos del CONCYTEC.

CUADRO N° 8-7

POBLACIÓN UNIVERSITARIA 1960 - 1985

Años	Postulantes	Ingresados	Alumnos	Docentes	Graduados (2)	Titulados (3)	Ingresos/ Postul. (%)	Alumnos/ Docente	Titulados/ Alumnos (%)	Graduados/ Alumnos (%)
1960	14,665	5,429	30,243	3,544	900	1,710	37.0	8.5	5.6	3.0
1965	34,349	15,766	64,676	7,125	2,137	4,443	45.0	9.1	6.9	3.3
1970	64,312	23,914	109,230	7,736	5,034	4,756	37.2	14.1	4.3	4.6
1975	142,949	42,083	181,671	11,132	8,312	6,396	29.4	16.3	3.5	4.6
1980	239,485	58,744	257,220	14,782	13,869	8,930	24.5	17.4	3.5	5.4
1983	274,548	68,551	317,070	18,218	16,544	10,838	25.0	17.4	3.4	5.2
1985 (1)	198,434	65,593	363,188	20,671	20,082	12,948	33.1	17.6	3.6	5.5

(1) Todas las cifras correspondientes a este año son estimadas.

(2) Incluye bachillerato, maestría y doctorado.

(3) Incluye licenciaturas y títulos profesionales.

Fuente: Asamblea Nacional de Rectores (documentos inéditos), Departamento de Estadística e Informática.

Los aportes del Tesoro Público a las universidades estatales —que concentran aproximadamente el 60% del estudiantado— han disminuido continuamente en términos reales durante los últimos 20 años. El Cuadro N- 8-8 muestra que durante los primeros años del decenio de 1960 las asignaciones del Tesoro a las universidades estatales, tanto en cifras globales como en el aporte por alumno, aumentaron hasta llegar a su máximo en 1967. A partir de ese año, la caída ha sido vertiginosa: tomando los aportes del Tesoro Público por alumno matriculado en universidades estatales en 1960 como base 100, en 1965 este índice fue 223, en 1967 asciende a 292, y luego baja a 150 en 1970, para precipitarse en 1985 al nivel de 41 —un 60% por debajo de la contribución del Tesoro Público por alumno de hace un cuarto de siglo.

Pese a la difícil situación que muestran estas cifras, existe además un conjunto de deficiencias de carácter cualitativo que las hacen aún más graves. Entre ellas es posible destacar el hecho que una mayoría de los docentes universitarios trabajan a tiempo parcial y necesitan otros empleos para poder sobrevivir; que el ingreso real de un profesor universitario principal a tiempo completo con 20 años de servicio en una universidad estatal era en 1985 menos de la mitad de lo que fue diez años antes; que han proliferado universidades (se tiene más de 46 universidades en la actualidad y un buen número de ellas no cumplen los requisitos académicos mínimos para ser denominadas como tales); y que las facilidades físicas para la enseñanza —aulas, laboratorios, bibliotecas— en la mayoría de las universidades se han deteriorado hasta el punto de ser prácticamente inutilizables.

Para complementar esta breve apreciación de la débil y vulnerable situación de la ciencia y la tecnología en el Perú al iniciarse el decenio de 1980, es interesante presentar algunas cifras sobre la investigación tecnológica que realizan las empresas industriales. A principios del decenio de 1970, el gobierno estableció el Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas (ITINTEC), una de cuyas actividades consiste en supervisar los proyectos de investigación que realizan las empresas industriales, obligadas a destinar el 2% de sus utilidades para este fin.

El Cuadro N° 8-9 muestra la evolución de los proyectos empresariales procesados por el ITINTEC entre 1981 y 1985, e indica que los empresarios propusieron proyectos por un total que varía entre US\$ 9.7 millones en 1981 hasta alrededor de US\$ 2.5 millones en 1984 y 1985. Sin embargo, los montos autorizados fueron mucho menores, y variaron desde alrededor de US\$ 0.6 en 1984 hasta US\$ 1.87 en 1981.

CUADRO N° 8-8

APORTES DEL TESORO PUBLICO A LAS
UNIVERSIDADES PUBLICAS (a)
(1960-1985)

UNIVERSIDADES PUBLICAS				
	PRESUPUESTO PUBLICO (b)	MATRICULA	APORTE POR ALUMNO (b)	ÍNDICE
1960	156,201.00	27,040	5,777	100
1965	698,030.00	54,170	12,886	223
1967	1'118,210.00	65,999	16,943	292
1970	706,280.00	81,486	8,668	150
1975	705,736.50	127,819	5,521	95
1980	644,766.00	183,317	3,517	61
1985	571,510.00	245,035	2,332	41

(a) Los datos consignados en este cuadro han sido elaborados en el Departamento de Informática y Documentación de la Asamblea Nacional de Rectores (setiembre 1986), con excepción de los datos referidos a 1975, para el cual el presupuesto 75-76 bianual ha sido desagregado en dos partes iguales, y el aporte por alumno, estimado en relación a la matrícula efectiva del año 1975.

(b) En Soles constantes de 1960.

Cuando se examinan las cifras referentes a lo que puede llamarse proyectos activos (en ejecución o concluidos), en contraste con los proyectos empresariales rechazados por el ITINTEC y aquellos cancelados o retirados, los montos de recursos efectivamente dedicados a la investigación tecnológica industrial mediante este mecanismo se verían reducidos aún más. Cabe notar también, que el ITINTEC rechazó entre un tercio y la mitad de los 60-80 proyectos que presentaron anualmente los empresarios en este periodo.

Perspectivas futuras de la capacidad científica y tecnológica en el Perú

La reseña de antecedentes de la situación actual, la apreciación comparativa de la situación de la ciencia y la tecnología peruana en el contexto latinoamericano, y el examen de los datos disponibles que presentan las secciones precedentes, no permiten adoptar una actitud ni complaciente ni optimista sobre las perspectivas futuras de la capacidad científica y tecnológica en el Perú. Por el contrario, todo señala que será necesario un esfuerzo masivo y sin precedentes en la historia de la ciencia y la tecnología peruanas para revertir una situación a todas luces alarmante, producto de veinte años de crisis permanente.

A esta situación se une un conjunto de problemas nacionales que plantean desafíos a la capacidad de generar, diseminar y utilizar conocimientos científicos y tecnológicos. En primer lugar, el Perú enfrenta un proceso acelerado y masivo de cambio social, que no podrá contenerse mediante estrategias convencionales de cooptación y represión. En segundo lugar, el Perú enfrenta una creciente heterogeneidad, diversificación y segmentación en el ámbito de la producción de bienes y servicios, lo cual demanda una variedad de políticas, estrategias y respuestas articuladas entre sí. En tercer lugar, el Perú enfrenta una estrechez económica y una escasez de recursos generalizada, que requieren una nueva concepción del manejo económico.

El proceso de *cambio social acelerado y masivo que experimenta el Perú en la actualidad* —y que se prolongará por lo menos hasta fin de siglo— se caracteriza por el rápido aumento de las demandas sociales vinculadas a la explosión demográfica y a la pobreza generalizada en que vive la mayoría de la población. Las crecientes expectativas de mejoras en el nivel de vida de los sectores de bajos ingresos, la drástica reducción en el ingreso promedio por habitante a partir de 1975, y las limitaciones de crecimiento económico, ahorro interno y acceso al fi-

CUADRO N° 8-9
PROYECTOS EMPRESARIALES DE INVESTIGACIÓN
PROCESADOS POR EL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
TECNOLÓGICA INDUSTRIAL Y NORMAS TÉCNICAS (ITINTEC)
1980-1985

AÑO	Número de Proyectos	Monto Propuesto		Monto Autorizado	
		Intis de 1985 (miles)	US\$ corrient.	Intis de 1985 (miles)	US\$ corrient.
1981					
Proyectos Procesados	67	78,962.8	9.73	15,184.5	1.87
* Rechazados	35 (52%)	57,111.1	7.03		
* Activos (concluidos y en ejecución)	22	12,787.6	1.58	13,425.4	1.65
* Des incentivados (cancelados y retirados)	10	9,064.1	1.12	2,029.1	0.25
1982					
Proyectos Procesados	57	29,379.2	3.61	8,806.9	1.08
* Rechazados	19 (33%)	15,978.9	3.61		
* Activos (concluidos y en ejecución)	27	9,281.9	1.14	7,530.6	0.92
* Des incentivados (cancelados y retirados)	11	4,118.4	0.51	1,276.3	0.16
1983					
Proyectos Procesados	61	30,019.8	3.33	26,265.5	2.91
* Rechazados	19 (31%)	8,891.7	0.99	-.-	
* Activos (concluidos y en ejecución)	34	18,036.3	2.00	25,891.8	2.87
* Des incentivados (cancelados y retirados)	8	3,091.8	0.34	373.7	0.04
1984					
Proyectos Procesados	59	22,200.6	2.43	5,257.4	0.58
* Rechazados	28 (47%)	12,089.8	1.32	-.-	
* Activos (concluidos, en ejecución y autorizados)	26	8,408.2	0.92	5,003.6	0.55
* Des incentivados (cancelados y retirados)	5	1,702.6	0.19	253.8	0.03
1985					
Proyectos Procesados	88	31,523.8	2.86	8,784.5	0.80
* Rechazados	30 (34%)	14,151.8	1.29	-.-	
* Activos (concluidos, en ejecución y autorizados)	53	16,230.2	1.48	8,644.1	0.79
* Des incentivados (cancelados y retirados)	5	1,141.8	0.10	140.6	0.01

fuente: Cifras inéditas proporcionadas por el ITINTEC, procesadas por el autor.

CUADRO N° 8-10
INDICADORES DE LA HETEROGENEIDAD DE LA ESTRUCTURA PRODUCTIVA
PERUANA
(1981)

ESTRATO TECNOLÓGICO	Pobl. Econ. Activa		Ingreso Prom. Mensual US\$	Relación Capital/ Trabajo	Productiv. Prom. Anual US\$	Producto Sectorial		Capital Sectorial		Relación Capital/ Producto
	Personas	%				Miles US\$	%	Miles US\$	%	
Rural Andino	1'134,066	19.8	48	220	600	680,439	4.81	249,494	0.67	0.36
Rural Moderno	756,044	13.2	90	4,000	1,800	1'360,879	9.63	3'024,176	8.13	2.22
Moderno Urbano	2565,969	44.8	180	13,000	4,320	11'084,985	78.65	33357,597	89.72	3.00
Informal Urbano	1714,253	21.2	63	450	816	990,830	7.01	546,413	1.46	0.55
TOTAL	5727,610	100.0	..	6,490	2,464	14*117,133	100.00	37-177,680	100.00	2.63 .

Fuente: Daniel Carbonetto T. y M. Inés Carazo de Cabellos, "Heterogeneidad Tecnológica y Desarrollo Económico: El Sector Informal", INP, Fund. F. Ebert, Perú, 1986 (p. 25).

nanciamiento internacional están generando fuertes tensiones sociales que han desembocado en violencia criminal y terrorista, cuya erradicación se vislumbra sólo en el largo plazo. Todo esto sucede al mismo tiempo que se trata de consolidar el sistema democrático.

La tarea de expandir y reorientarla escasa capacidad científica y tecnológica existente en el país en un contexto de dificultades e incertidumbres requiere de esfuerzos selectivos y sostenidos a lo largo de varios años, para lo cual es necesario generar un consenso entre los diversos grupos sociales con influencia en el ámbito político. Esto implica que, aun en medio de este crecimiento conjunto de demandas sociales que exigen soluciones de corto plazo, el desarrollo científico y tecnológico en el Perú debe convertirse en una causa movilizadora y en una reivindicación social compartida por la mayoría de la población, tal como lo fue hace algunos años la reforma agraria.

Otros aspectos adicionales del proceso de cambio social acelerado que tienen importantes consecuencias de gran orden científico y tecnológico se refieren a la urbanización masiva, que genera demandas por nuevas tecnologías vinculadas a la provisión de servicios básicos de bajo costo; a las presiones y amenazas sobre el medio ambiente, que hacen necesario el empleo de tecnologías en armonía con la capacidad de regeneración de los ecosistemas; la pobreza de amplias zonas rurales, que no permiten la incorporación de tecnologías modernas y requieren de un rescate y mejora selectiva de las tecnologías tradicionales; y la necesidad de emplear los avances en las tecnologías de administración, ciencias de gestión e informática en el manejo de los sectores público y privado.

En segundo lugar, *la heterogeneidad, diversidad y segmentación en la producción de bienes y servicios que caracteriza al Perú se mantendrá por un buen tiempo*. Más aún, debido a la desarticulación del aparato productivo y a la distinta dinámica que muestra cada uno de sus componentes, es probable que las diferencias de productividad, capacidad tecnológica, tamaño promedio de unidades productivas, y otros factores de orden similar se acentúen y profundicen, al menos durante el próximo decenio.

Por ejemplo, los estudios de Carbonetto y Carazo⁵ señalan la existencia de al menos cuatro estratos tecnológicos en función de su dotación de capital por puesto de trabajo y de su productividad (Cuadro

5. Véase: Daniel Carbonetto T. y M. Inés Carazo de Cabellos, "Heterogeneidad Tecnológica y Desarrollo Económico: El Sector Informal", INP, Fundación F. Ebert, Perú, 1986.

Nº 8-10). La relación capital/trabajo expresada en dólares por trabajador varía desde 220 para el sector rural andino hasta 13,000 para el sector urbano moderno, pasando por 450 para el sector informal urbano y 4,000 para el sector rural moderno. Las diferencias en la productividad, la distribución del empleo y la distribución del producto entre estos cuatro estratos también son muy pronunciadas, sin considerar aún que al interior de cada uno de ellos es posible encontrar también gran diversidad.

Tomando en cuenta que es posible introducir varias clasificaciones adicionales en la estructura de las actividades productivas y de servicio en el Perú —por destino de los bienes finales, por ubicación geográfica, por estructura de la producción, y otras similares— y que cada una tiene un comportamiento propio en cuanto a la adquisición de tecnología, la gestión tecnológica, la innovación y el aumento de la productividad, queda claro que es necesario diseñar políticas tecnológicas diferenciadas para las principales categorías de unidades productivas y de servicios. Esto implica que es necesario administrar deliberadamente la heterogeneidad y la diversidad de las actividades productivas, con plena conciencia de que el "pluralismo tecnológico" puede generar una serie de ventajas siempre y cuando se evite la conformación de compartimientos estancos y de segmentos aislados —una especie de "ghettos tecnológicos" sin interacción entre ellos.

A título ilustrativo, es posible identificar un conjunto de actividades productivas ligadas principalmente al procesamiento de recursos mineros y marinos, a la exportación de manufacturas, a la industria artesanal y en pequeña escala, así como a la utilización de tecnologías avanzadas (microelectrónica, biotecnología). Las políticas de desarrollo científico y tecnológico deberán diferenciarse para apoyar mejor a cada uno de estos sectores, enfatizando ya sea el control de calidad, la investigación tecnológica, la introducción de mejoras técnicas menores, los cambios organizativos, la importación selectiva de tecnología, o la vinculación con empresas y centros de excelencia a nivel internacional. Entre otras líneas de política, en el Perú será necesario promover activamente la mezcla de tecnologías (*technology blending*) para insertar componentes de tecnología avanzada en las actividades productivas tradicionales, a fin de aumentar su productividad y mejorar su rendimiento.

En tercer lugar, *la estrechez económica generalizada* y *la escasez de recursos financieros* serán aún constantes en la economía peruana durante los próximos años. Esto está vinculado al agotamiento de los patrones tradicionales de crecimiento y acumulación basados en la ex-

portación de productos primarios, la transferencia de excedentes del sector rural hacia las zonas urbanas, la inversión extranjera, la sustitución de importaciones y el endeudamiento externo. Aún no se vislumbra con claridad la transición hacia un nuevo patrón de acumulación, que probablemente combinará diferentes componentes tales como la exportación de manufacturas, la explotación y el procesamiento de recursos naturales con alta tecnología, la articulación de empresas a nivel de la región latinoamericana, y la ampliación de los mercados internos mediante medidas redistributivas.

Por otra parte, el factor esencial de crecimiento económico es el aumento en la productividad del trabajo, pudiéndose lograr esto a través de la inversión productiva, del cambio tecnológico o de mejoras en la organización de la producción. En situación de estrechez económica y de escasez de recursos financieros los últimos dos factores adquieren gran importancia.

Por ejemplo, en varios países de América Latina se ha identificado la posibilidad de introducir cambios tecnológicos menores en las plantas y en la administración de la producción para mejorar la eficiencia de la industria metalmeccánica. A título ilustrativo, Katz sostiene que en Argentina "la verdadera forma de mejorar la productividad media de la industria en conjunto debe necesariamente pasar por un masivo esfuerzo empresario en tareas de ingeniería, de organización y métodos de producción, entre otras, del tipo que el economista normalmente clasifica como cambios tecnológicos desincorporados para diferenciarlos de aquellos que se introducen con los nuevos equipos de capital".⁶

Quizás el principal problema a destacar es que la escasez de recursos financieros obligará en los próximos años a ser muy selectivo en las inversiones para el desarrollo de una capacidad científica y tecnológica, sobre todo considerando el largo tiempo de maduración de estas inversiones y su alto costo en algunas áreas de la ciencia y la tecnología. Esto implica abandonar algunas líneas de trabajo científico y tecnológico de la actualidad, y pone sobre la mesa una vez más el tema de la cooperación internacional en ciencia y tecnología.

6. Jorge Katz: "Reflexiones acerca de la relación entre la capacidad tecnológica interna, acumulación y productividad industrial", CENAC, Foro de las Empresas Nacionales sobre Interrelación en Ciencia-Tecnología-Empresa, (Cuaderno N° 10), Buenos Aires, marzo de 1986.

Comentarios Finales

La reseña de las secciones precedentes indica claramente que el Perú ha venido experimentando, desde hace mucho tiempo, un proceso de deterioro en sus universidades y centros de investigación que ha acentuado el deslance entre la capacidad científica y tecnológica existente y las necesidades sociales y productivas del país. Esto no implica que la solución sea una loca carrera por "alcanzar" a los países tecnológicamente más avanzados —tanto en América Latina como fuera de la región— o un profundo desaliento cuando se reconoce que esto es imposible. Por el contrario, se requiere un esfuerzo de reflexión y análisis sobre los objetivos y la orientación del desarrollo científico y tecnológico peruano, tomando en cuenta los antecedentes de 20 años de crisis, los desafíos internacionales, las demandas sociales, la heterogeneidad productiva y la escasez de recursos.

Hay mucho que hacer para lograr que en el Perú la ciencia y la tecnología contribuyan efectivamente al proceso de desarrollo. Considerando que una de las condiciones necesarias en esta tarea es contar con una base de recursos humanos altamente calificados, cada vez se hace más evidente la necesidad de una profunda transformación del sistema universitario peruano. Desde 1968, los gobiernos, tanto autoritarios como democráticos, no han querido enfrentar el grave problema que significa el deterioro de la educación, ni han hecho nada significativo por apoyar a la universidad peruana. Por otra parte, la mayor parte de las universidades viven presas de esquemas ideológicos obsoletos sobre su responsabilidad social, los cuales no guardan relación con los enormes desafíos que enfrenta el Perú en la actualidad.

A esto se une la emigración de investigadores altamente calificados, y el mal manejo administrativo y técnico de la mayoría de los institutos de investigación dependientes del Estado. Las reducciones presupuestales afectan en mayor proporción a los gastos de inversión asociados a proyectos de investigación y desarrollo, y rara vez reducen los gastos administrativos fijos.

Por estas razones, es imprescindible declarar en reorganización a todas las instituciones de investigación del sector público, proponer una reforma universitaria profunda, y establecer un fondo especial de apoyo al desarrollo científico y tecnológico. Esta podría ser una primera iniciativa gubernamental que debería contar con el apoyo de todos los sectores políticos del país, para luego dar paso a un consenso nacional sobre prioridades de desarrollo científico y tecnológico y a un compromiso de apoyar a la ciencia y la tecnología de manera continua

por un largo período. De otra manera el Perú entero quedará estancado en un nivel científico y tecnológico muy por debajo del que le corresponde y que puede alcanzar, desperdiciando las oportunidades que la ciencia y la tecnología moderna ofrecen a los países del Tercer Mundo.

FRANCISCO R. SAGASTI

**BIBLIOGRAFÍA SOBRE CIENCIA, TECNOLOGÍA
Y DESARROLLO
1980-1987***

- 1987 "El Estado futuro: la productividad como derrotero", ponencia en el 3er. Congreso Anual de Gerencia, Lima, 17-20 Junio.
"Hacia un Fondo Andino de Desarrollo Científico y Tecnológico" *Interciencias*, Vol. 12, N° 4, Julio-Agosto, pp. 171-179.
"National Development Planning: Turbulent Times: New Approaches and Criteria for Institutional Design" S3 Paper, Social System Science Programm, The Wharton School, University of Pennsylvania.
"El Contexto Internacional y el Desarrollo Latinoamericano hacia fines del Siglo XX" en M. Rodríguez (compilador). *La Economía Mundial y el Desarrollo Latinoamericano: Problemas y Perspectivas*. Caracas, SELA.
"Market Structure and Technological Behaviour: Study of the Edible Oils Industry in Perú" (con Rubén Berríos, Carlos E. Paredes y Gonzalo Garland H.), Ginebra, World Employment Programm Research, ÍLO, Abril.
- 1986 —"Perspectivas futuras de la Ciencia y Tecnología en América Latina". En: *Estudios Internacionales*, Vol. XIX, N° 76, Octubre-Diciembre pp. 487-512; publicado también en Carlos Ominará (Editor) *La Tercera Revolución Industrial*, Buenos Aires, Grupo Editor Latinoamericano.
—"Hacia una nueva iniciativa Andina para el desarrollo e integración científica y tecnológica". Lima, GRADE.
—"Hacia un fondo de apoyo a la gestión pública", (con Enrique Felices). Lima, GRADE.
—"Algunas perspectivas sobre la evolución reciente de la economía mundial y de los cambios en la Ciencia y Tecnología a nivel internacional" (con Gonzalo Garland H.), en Germán Alarco (compilador) *Desafíos para la Economía Peruana 1985-1990*, Lima, Centro de Investigaciones de la Universidad del Pacífico.

Esta Bibliografía incluye sólo los artículos no incorporados en el presente volumen.

- Tecnología, planeamiento e desenvolvimento autónomo*. Editora Perspectiva S.A. Sao Paulo.
- "The technological transformation of China and its social impact: An agenda for policy research". En: *Interciencia*, Vol. 11 (Nº 11): p 36-39. Jan-Feb.
- "Science in the developing world: the role of the IFS". en: *Interciencia*. vol. 12 (Nº 2), Mar-Apr.
- 1985 —*Crisis, knowledge and development: a review of longterm perspectives on science and technology for development*, (con Gonzalo Garland H.), Lima, GRADE.
- "The changed context of science and technology for development". Publicado en: *IDRC Reports*, (Traducido al español, francés y árabe), Ottawa.
- "Notes on recent changes and perspectives for science and technology in Latin America" en *Toward Developing Arab Scientific Creativity*, Ammán, Jordán. 13-16 May.
- Tiempos difíciles: ciencia y tecnología en América Latina durante el decenio de 1980*, por Cecilia Cook y Francisco Sagasti. Lima, GRADE.
- "World trends and the challenges to education". Keynote address delivered at The International Conference on Technical and Vocational Education in Developing Countries, organized by the Association of Canadian Community Colleges. Vancouver, Canadá. October 6-9.
- "Entre el Perú Posible y el Perú Deseado", Conferencia en el Congreso Anual de Gerencia (CADE), lea, 11-13 de Noviembre.
- 1984 — "Un hombre de nuestro tiempo: Jorge Sábato, a un año de su muerte". En: *Interciencia*. Caracas, vol. 9, Nº 6, pp. 404-406. Nov-Dic.
- "Aproximación al estudio de la historia de la ciencia y la tecnología en America Latina: una nota bibliográfica". Lima, GRADE.
- "Máquinas-herramientas a control numérico en la industria metalmeccánica peruana: situación actual y perspectivas futuras" (con Rubén Berríos). Lima, GRADE.
- "Perspectivas de la economía mundial y sus consecuencias para America Latina". Lima, GRADE.

- 1983 —"Evaluation of the International Foundation for Science (1974-1981): Final Report". Lima. Stockholm.
- La política científica y tecnológica en América Latina: un estudio del enfoque de sistemas*. México. El colegio de México. (Serie: Jornadas, N- 101).
- "Reflections on the United Nations Conference on Science and Technology for Development". En W. Monhouse (compilador): *Third World panacea or global boondogle?* Lund, University of Lund.
- "America Latina y el programa de acción de Vicna: ciencia y tecnología para el desarrollo en los años ochenta". Santiago de Chile, División conjunta CEPAL/ONUDI de desarrollo industrial.
- "Hacia la incorporación de la ciencia y la tecnología en la concepción del desarrollo". En: *El Trimestre Económico*. México. Vol. I (3) (N° 199): p. 1627-1654. Jul-Sct. Publicado también en: *El factor ideológico en la ciencia y la tecnología*. Lima, Asociación Cultural Peruano-Alemana, Mosca Azul Eds.p. 145-181.
- Comentarios sobre "Abolir la investigación en la Universidad?". En: *Interciencia*. Caracas. Vol. 8 (N°4): p. 238-239. Jul-ago. Cod. 83/-009.
- *Un decenio de transición: ciencia y tecnología en América Latina y el Caribe durante los setenta*, (con F. Chaparro et. al.) Lima, GRADE. 147 p.
- "Proyecciones del gasto en investigación y desarrollo en América Latina hasta el año 2000" (con Javier Escobal). Lima, GRADE.
- 1982 —"Información tecnoeconómica para el desarrollo". En: *Apuntes*. Lima, Año VII (N- 12): p. 7-17. Publicado también en: *Ribecab*. Lima. Año III (N° 7): p. 7-17. En: *Comercio Exterior*. México. Vol. 33 (N° 1): p. 3-6. Enero y en: *Revista de Economía*. Santa Fe (N° 2): p. 76-82. Julio. Título en la versión en inglés: "Techno-economic intelligence for development". En: *IFDA Dossier*35. Switzerland. May-Jun. p. 17-25.
- "Reflexiones sobre los instrumentos de política científica y tecnológica". Primer Seminario Nacional sobre Ciencia y Técnica en Salud en la República Dominicana. Secretariado Técnico de la Presidencia, Oficina Nacional de Planificación, Departamento

mentó de Ciencia y Tecnología. Universidad Católica Madre y Maestra. Organización Panamericana de la Salud. Santo Domingo. 19-21 Oct.

- 1981 — "Industrial financing institutions and technological development in Perú: A preliminary Survey". Lima, GRADE.
- "Intcgration of transfers with technical and cultural heritages of the developing countries". Strasbourg, Council of Europe, 5th Parliamcntary and Scicntific Confcrence.
- "Máximo Halty y el pcnsamientolatinoamcricano sobre política científica y tecnológica". En: *Comercio Exterior*, México. Vol. 31, N- 5, p. 564-567. Mayo. Publicado también en: *Inter-ciencia*. Caracas. Vol. 5, N° 3, p. 180-181. May-Jun.
- *Ciencia, tecnología y desarrollo latinoamericano*, México, Fondo de Cultura Económica. 361 p. (Serie de Lecturas, N° 42)
- "El SELA y el desarrollo científico y tecnológico latinoamericano". Lima, GRADE.
- 1980 — Políticas de ciencia y tecnología para el desarrollo. En: *Revista del Instituto de Estudios Internacionales de la Universidad de Chile*. Publicada con el patrocinio de RIAL. Año XIII (NP 49): p'. 86-111. Enero-Marzo.
- "Ciencia, tecnología y la intuición de una tercera vía". En: ESAN-IDE Serie de Conferencias, Lima, p. 67-105.
- *El factor tecnológico en la teoría del desarrollo económico*. Caracas, Dirección de Desarrollo de Recursos Humanos, 105 p. Cod. 80/010. Publicado también en: México, El Colegio de México, (serie: Jornadas, 94).
- "Notas sobre las perspectivas del desarrollo tecnológico industrial peruano". Lima, ITINTEC.